Application Note

TFT 电梯外呼板开发指南

基于 TFT Lift Caller Demo-M0

AN2010112501 V1.00 Date: 2010/11/25 产品应用笔记

类别	内容
关键词	TFT 电梯外呼板、LPC11C14、 CAN 总线
摘 要	基于 Cortex-M0 内核微控制器 LPC11C14 的 TFT 电梯外呼板解决方案

广州致远电子有限公司

修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2010/11/25	创建文档

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

销售与服务网络（一）

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4
邮编：510630
电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977
传真：(020)38730925
网址：www.zlgmcu.com

广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室
电话：(020)87578634 87569917
传真：(020)87578842

南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 1501 室
电话：(025) 68123901 68123902
传真：(025) 68123900

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座 1207-1208 室 （中发电子市场斜对面）
电话：(010)62536178 62536179 82628073
传真：(010)82614433

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦（赛格电子市场）1611 室
电话：(023)68796438 68796439
传真：(023)68796439

杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室
电话：(0571)89719480 89719481 89719482
89719483 89719484 89719485
传真：(0571)89719494

成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室
电话：(028)85439836 85437446
传真：(028)85437896

深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4 楼 D 室
电话：(0755)83781788（5 线）
传真：(0755)83793285

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室（华中电脑数码市场）
电话：(027)87168497 87168297 87168397
传真：(027)87163755

上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室
电话：(021)53083452 53083453 53083496
传真：(021)53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室
电话：(029)87881296 83063000 87881295
传真：(029)87880865

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

销售与服务网络（二）

广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 3 栋 2 楼
邮编：510660
传真：(020)38601859
网址：www.embedtools.com （嵌入式系统事业部）
www.embedcontrol.com （工控网络事业部）
www.ecardsys.com （楼宇自动化事业部）

技术支持：

CAN-bus：

电话：(020)22644381 22644382 22644253
邮箱：can.support@embedcontrol.com

iCAN 及数据采集：

电话：(020)28872344 22644373
邮箱：ican@embedcontrol.com

MiniARM：

电话：(020)28872684 28267813
邮箱：miniarm.support@embedtools.com

以太网：

电话：(020)22644380 22644385
邮箱：ethernet.support@embedcontrol.com

无线通讯：

电话：(020) 22644386
邮箱：wireless@embedcontrol.com

串行通讯：

电话：(020)28267800 22644385
邮箱：serial@embedcontrol.com

编程器：

电话：(020)22644371
邮箱：programmer@embedtools.com

分析仪器：

电话：(020)22644375 28872624 28872345
邮箱：tools@embedtools.com

ARM 嵌入式系统：

电话：(020) 22644383 22644384
邮箱：NXPARM@zlgmcu.com

楼宇自动化：

电话：(020)22644376 22644389 28267806
邮箱：mjs.support@ecardsys.com
mifare.support@zlgmcu.com

销售：

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524
28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

维修：

电话：(020)22644245

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

目 录

1. TFT电梯外呼板解决方案 1
1.1 简介 1
1.2 TFT Lift Caller Demo的结构 1
1.3 功能介绍 1
1.4 方案优势 1
2. TFT电梯外呼板硬件设计 3
2.1 电源系统 3
2.1.1 24V转换为 5V 3
2.1.2 5V转换为 3.3V和 1.5V 4
2.2 处理器最小系统 5
2.2.1 处理器选型 5
2.2.2 最小系统电路设计 5
2.3 TFT液晶显示电路 7
2.3.1 液晶背光电路 7
2.3.2 MT100G16 系统电路 8
2.3.3 液晶接口 9
2.3.4 SRAM电路 10
2.4 CAN通信接口 11
2.5 其它电路 12
2.5.1 按键与LED指示灯电路 12
2.5.2 数据存储电路 13
3. TKStudio IDE集成开发环境 15
3.1 TKStudio集成开发环境 15
3.1.1 工程管理器 15
3.1.2 代码编辑器 16
3.1.3 编译工具链 16
3.1.4 源码级调试器 18
3.1.5 外部工具 19
3.2 工程的管理 19
3.2.1 新建工程 19
3.2.2 从工程模板新建工程 21
3.2.3 建立文件 23
3.2.4 添加文件到工程 24
3.2.5 编译链接工程 25
3.2.6 打开工程 26
3.2.7 导入工程 26
3.3 工程的调试 26
3.3.1 选择调试方式 26
3.3.2 调试工具条 27
4. TKScope AK100 仿真器 29
4.1 功能简介 29

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

4.2 性能特点 29
4.3 安装驱动 30
4.4 仿真器配置 32
5. K-Flash的使用 47
5.1 概述 47
5.2 K-Flash操作 47
5.2.1 HEX文件烧写 47
5.2.2 ISP擦除 50
6. 串口调试助手 55
6.1 概述 55
6.2 TKS_COM操作 55
7. 相关PC软件使用 58
7.1 图片下载软件 58
7.1.1 图片转换界面介绍 58
7.1.2 字模提取界面 60
7.1.3 Flash操作界面 60
7.1.4 在TFT电梯外呼板中的应用 61
8. TFT电梯外呼板软件设计 68
8.1 CAN通讯API函数 68
8.2 图型库API函数 71
8.2.1 TFT液晶控制器简介 72
8.2.2 液晶驱动函数 75
8.2.3 电梯外呼板显示函数 76
8.3 其它API函数 77
8.3.1 按键与LED 77
附录A TFT电梯外呼板外观 80
附录B 电路板正面 81
附录C 电路板背面 82
附录D 电路板侧面 83

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

1. TFT电梯外呼板解决方案

1.1 简介

电梯外呼板（Lift Caller Demo），是电梯系统中一个重要的组成部分。它安装在电梯楼层通道口的外壁上，带有按键和人机界面，用于乘客和电梯之间的通信，内部通过 CAN－bus 与电梯主控制器和轿箱控制器通信，共同构成电梯的控制系统。

1.2 TFT Lift Caller Demo的结构

TFT 电梯外呼板主要由以下几个部分组成：按键、LED 指示灯接口、TFT 液晶控制显示、CAN－bus 通信接口、电源和处理器系统等。设计系统框图如图 1.1 所示。

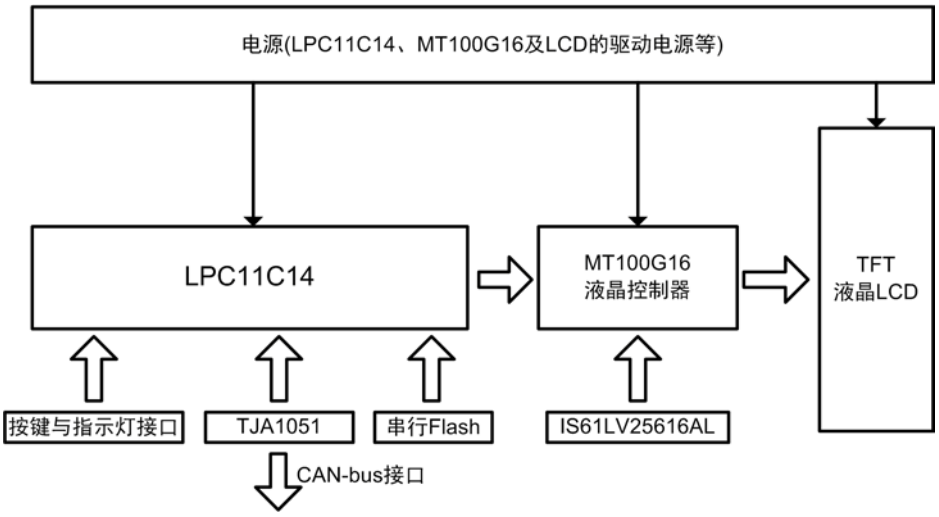


图 1.1 设计系统框图

1.3 功能介绍

电梯外呼板主要实现了电梯乘客和电梯系统之间的通信功能。电梯的运行情况如运行方向和电梯轿箱所在的层数通过 TFT 液晶显示给电梯乘客。乘客可通过按键将自己的需求信息传递给处理器，然后处理器通过 CAN-bus 接口将信息传递给电梯系统的主控制器。LED 指示灯用来指示乘客需求方向信息以及一些状态信息等。每层电梯外呼板都需要有一个表示本楼层的信息，在 TFT 电梯外呼板中，设计将其存放在外部扩展的串行 Flash 的一个指定的固定地址处，需要的时候由处理器读取出来然后通过 CAN-bus 传递给电梯主控制器。

1.4 方案优势

传统的电梯外呼板采用点阵 LED 或黑白液晶显示，显示效果单调，而采用 TFT 液晶显示，不但亮度高，而且可以显示彩色图片及文字，显示效果美观，此外还可以根据需要显示一些广告、通知等信息，是为未来的发展方向。国内外电梯公司也都争相开发自己的基于 TFT 液晶的呼叫系统，具有良好的发展前景。

带 LCD 控制器的 MCU 虽然使用简单，但是内部自带的 TFT 控制器占用了总线资源，在一些频繁的需要从外部 Flash 导入数据场合使用，会导致刷屏速度很慢。而对于一些已经稳定的产品，其核心的控制器已经确定，只需要外扩一个 LCD 控制器即可，采用这种带 LCD 控制器的 MCU 显然不合适。带控制器的 TFT 液晶模块价格又十分的昂贵，对于对成本敏感的应用不是很适合。本方案采用广州周立功公司设计的一款 TFT 专用驱动 IC

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

MT100G16，它可以灵活的配置成单点读写、DMA 读写，在采用 DMA 操作时，即使使用 IO 口模拟总线，整屏刷速度也很快。同时，由于 NXP 的 Cortex-M0 系列微控制器(原 Philips)片内集成了 CAN 控制器，以及高速 SSP 接口，非常适合于本项目设计，并且价格低廉，开发简单。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

2. TFT电梯外呼板硬件设计

TFT 电梯外呼板的硬件主要分为以下几个部分：电源系统、处理器最小系统、TFT 液晶显示电路、CAN 通信接口等。下面将详细介绍各部分的电路设计。

2.1 电源系统

根据电梯系统的行业要求，整个系统采用外部直流 24V 供电，而电梯外呼板的处理器系统需要 3.3V 供电、CAN 收发器需要 5V 供电、MT100G16 液晶控制器需要 3.3V 和 1.5V 供电、按键和指示灯直接采用 24V 供电。因此，对电源的设计，首先采用安森美半导体的高效 DC-DC 开关电源芯片 NCP3063BDR2G 将 24V 转换为 5V 的直流电压，然后再采用安森美半导体的的 LDO 芯片 CAT6221-SFTD-G 将 5V 转换为 3.3V 和 1.5V 的直流电压。电源系统可以分为两个部分，第一部分是将 24V 转换为 5V 的电路，第二部分是将 5V 转换为 3.3V 和 1.5V 的电路。

在选择的各电源芯片的数据手册可以看出，NCP3063BDR2G 的最大输出电流为 1.5A，CAT6221 两个输出通道峰值输出电流为 300mA，都可以完全满足系统功率及其它各项参数的要求。下面详细介绍这几个点的设计。

2.1.1 24V转换为 5V

24V 直流转换成 5V 直流的电路采用安森美半导体公司的 NCP3063BDR2G 开关电源芯片，它是一个周期性开关电源集成电路，具有 DC-DC 转化器所要求的主要功能。芯片内部由以下部分组成：带温度补偿的基准电压，电压比较器，占空比可控的限流震荡器，大电流驱动输出开关。配合少量的外部器件，可应用于大功率推进型的电压转换器。内部结构图及外围期间连接如图 2.1 所示。

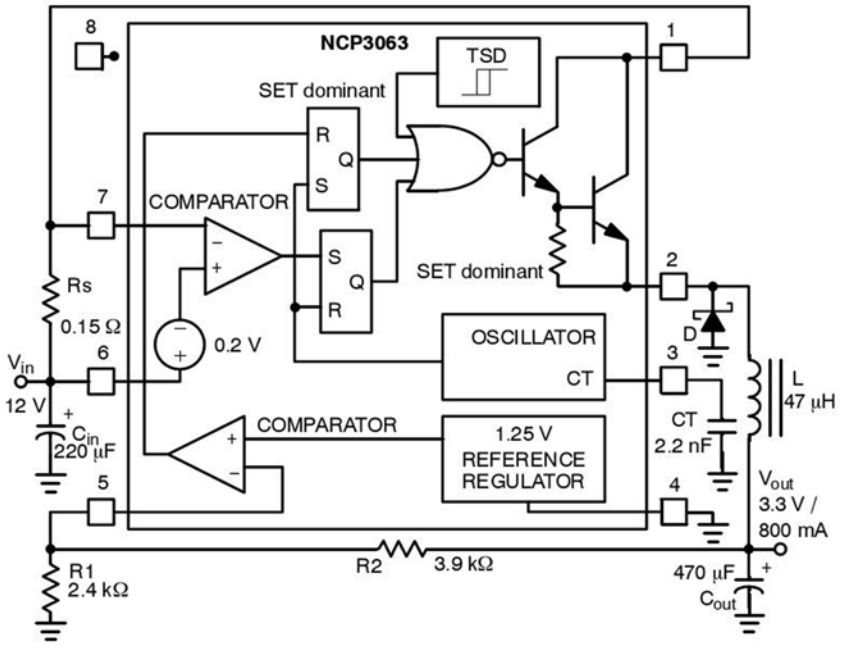


图 2.1 NCP3063 内部结构图

为了增强系统工作的可靠性，提高系统抗静电、抗浪涌、抗 EMI 干扰的指标以及防止误操作，所以增加了部分一些保护电路，如图 2.2 所示。图中，R6 为压敏电阻，在电梯运行的环境中，可以大大提高系统的 ESD 指标，防止瞬间高压脉冲的损害，如雷击等。D1 起

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

到保护电路的作用，电源正负极性接反时，二极管使电路处于截止状态，保护电路期间不被损坏。D2 是又一级保护，同样是为了提高系统的 ESD 指标，防止瞬间高压脉冲对电路的破坏，C2、C3 是高压干扰脉冲到地的快速泄放电路。F1 为自恢复保险丝，是对电路的又一级保护。电源扼流圈 F2 与磁珠 L1 都是为了增强系统的 EMI 特性。磁珠 L1 以前都是为了加强系统的可靠性所加的保护措施。

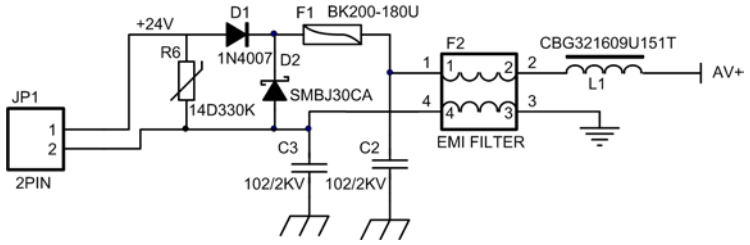


图 2.2　电源保护电路

NCP3063BDR2G 的应用电路如图 2.3 所示。图中，C5、C6、C7、C8、C9 起到滤波的作用。R7、R9、R10、C4、D4、L2 和 NCP3063BDR2G 构成一个 DC-DC 转换电路。其中 L2 需要采用可通大电流的电感，保证输出功率。NCP3063BDR2G 的引脚 5 输出一个 1.25V 的基准电压，R9 和 R10 的阻值在 1：3 的情况下才能保证输出 5V 电压。R3 与 LED1 组成电源指示的电路，当电源正常输出电压时该引脚 LED1 被点亮。

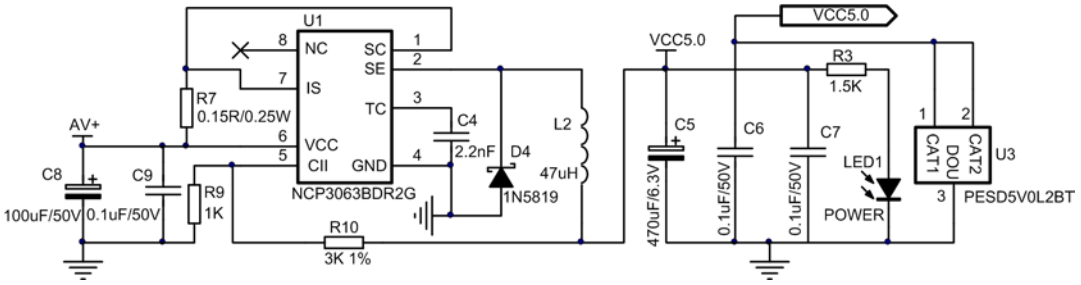


图 2.3　NCP3063 应用电路

2.1.2 5V转换为 3.3V和 1.5V

5V 转换为 3.3V 和 1.5V 的电路采用安森美半导体的低压差稳压器(LDO)芯片 CAT6221，它为一个低功耗的线性电压调节器，其可以用在一些高效率，小封装的低功耗设计中。这款器件非常适合便携式电脑及电池供电的应用。CAT6221 具有很低的静态电流，较快的响应时间，在满负载时其低压差仅为 210mV。CAT6221 将两个低压降稳压器合并在一个 6 引脚的 TSOT23 封装里面，每个稳压器都有自身的使能管脚。设计参考电路图如图 2.4 所示。

图 2.4 中，电容 C29、C30 为输入和输出的滤波电容，可以减小输出电压的纹波。C31 为一旁路电容。EN1 和 EN2 为电压输入使能信号，当为低电平时，输入电压无效；反之，为高电平时才会有电压输入给 LDO。由于该引脚内置了 2.5MΩ的下拉电阻，因此，在设计中该引脚需要和电压输入引脚 Vin 连接在一起。

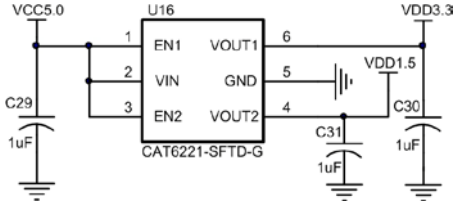


图 2.4　5V 转化为 3.3V 和 1.5V 电路

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

2.2 处理器最小系统

处理器系统主要包括两部分内容：处理器选型、最小系统电路设计。下面将逐个详细介绍各部分内容。

2.2.1 处理器选型

NXP 半导体的 LPC11C00 系列是针对 CAN 应用方案而设计的一组芯片。在 TFT 电梯外呼板的设计中选用 LPC11C14，它具有以下外设资源：内部集成 32K 单周期访问 Flash 和 8K 单周期访问的 SRAM、4 个通用定时器模块、1 个 CAN 总线接口、2 个同步串行接口（SSP）、1 个支持 RS-485/EIA-485 标准的 UART、1 个 ADC 模块、1 个 I^2C 模块、8-40 个 GPIO 口（具体数目取决于配置）。各模块的具体特性请参考 LPC11C14 的数据手册。

在 TFT 电梯外呼板的项目中，需要 22 个 IO 口与 MT100G16 液晶控制器通信，7 个 IO 口来控制按键和 LED 指示灯，1 个 SSP 接口用来读写存放图片数据的串行 Flash，1 路 CAN 接口实现与电梯主控制器通信。各个 IO 的分配如表 2.1 所示。

表 2.1　芯片引脚分配

功能部件		GPIO
MT100G16 液晶控制器	数据线 DB0-DB15	PIO1_4-PIO1_11、PIO2_4-PIO2_11
	模式控制编码线	PIO3_0-PIO3_2
	控制线	PIO1_0-PIO1_2
按键接口		PIO0_9、PIO0_11
LED 接口		PIO0_4-PIO0_8
串行 Flash 芯片 MX25L1605DM2I-12G		PIO2_0-PIO2_3
CAN 通信		CAN_TXD、CAN_RXD

2.2.2 最小系统电路设计

最小系统电路中主要有以下部分组成：处理器电路、复位电路、晶振电路、调试接口电路。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

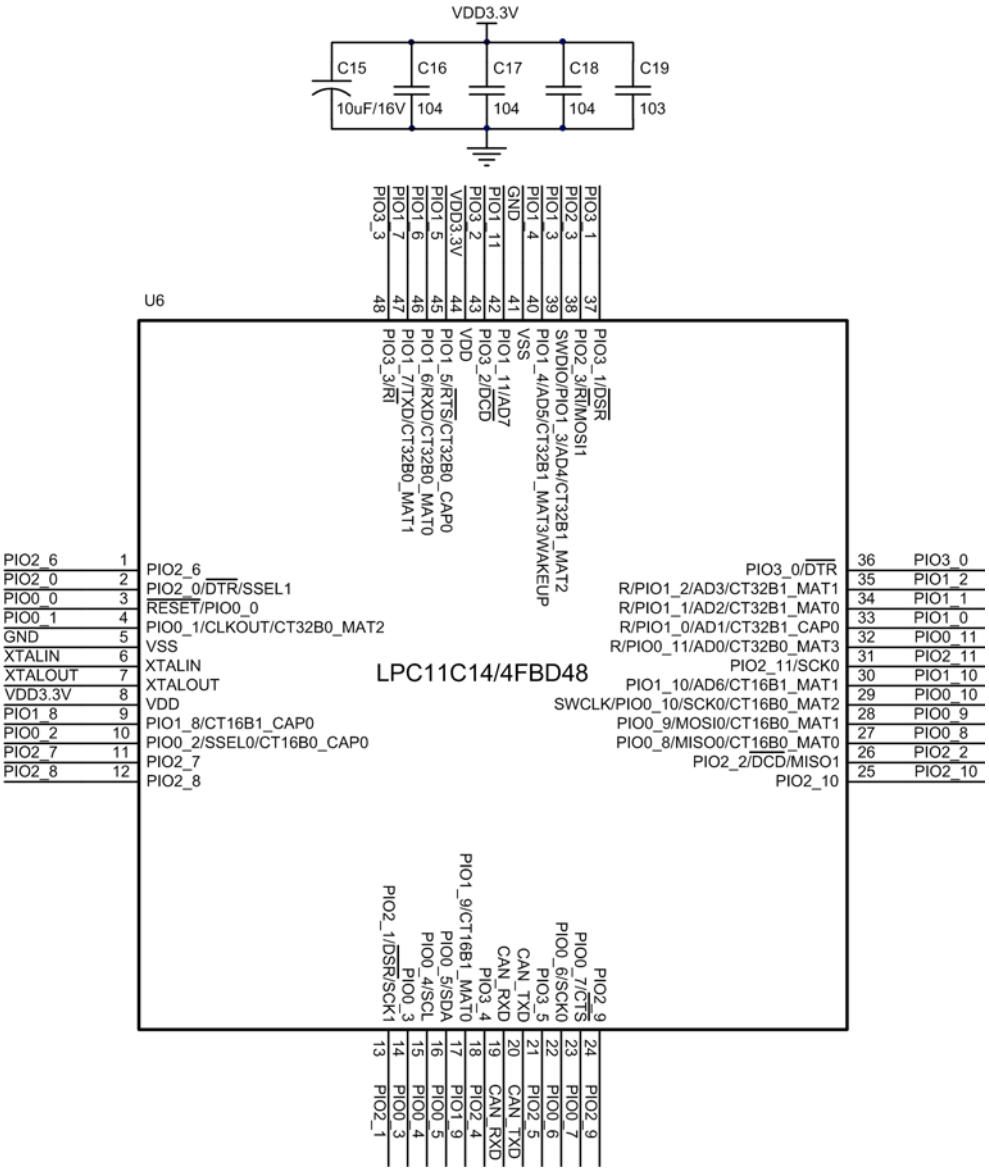


图 2.5　处理器电路

其中处理器电路的原理图如图 2.5 所示，电路中的电容起滤波作用，为了增加系统的稳定性，每个电源引脚和地之间都要接一个 0.1μF 的滤波电容。复位和晶振电路的电路图如图 2.6 所示。为了系统复位的可靠，使用了专门的复位芯片 CAT811，对于低电平复位的 MCU，CAT811 是一种常用的复位芯片，具体说明可以参考相关的数据手册。

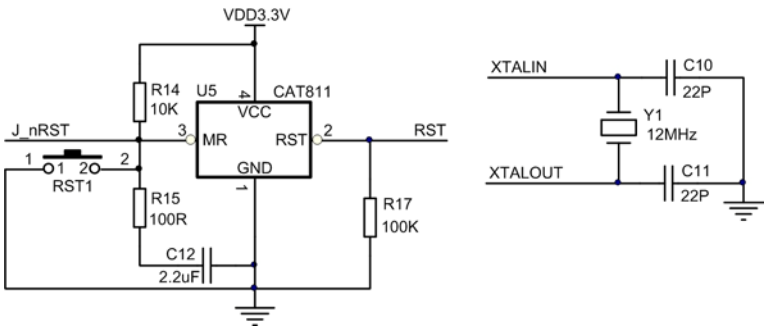


图 2.6　复位与晶振电路

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

调试接口电路采用 ARM 公司提出的 SWD 仿真调试接口电路，电路连接如图 2.7 所示。NXP 半导体的 Cortex-M0 处理器执行一个完整的硬件调试方案，带有大量的硬件断点和观察点选项。通过一个非常适合微控制器和其他小型封装器件的 2 脚串行线调试（SWD）端口，提供了高系统透明度的处理器、存储器和外设执行。

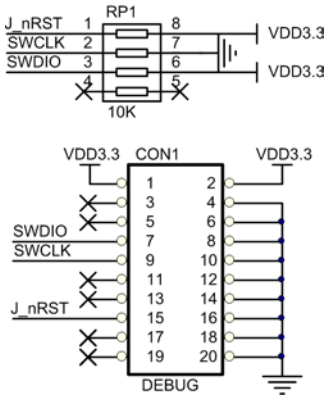


图 2.7　SWD 调试接口电路

2.3　TFT液晶显示电路

2.3.1 液晶背光电路

液晶背光电路采用安森美半导体的高效率 LED 驱动芯片 CAT4238，它采用恒流方式驱动，最大驱动电压高达 38V，并且封装小、电路简单，是液晶背光电路的常用芯片，设计电路如图 2.8 所示。

图 2.8 中，CAT4238 的 5 号引脚 VIN 为电压输入引脚，通常在 2.8V-5.5V 之间，在 TFT 外呼板的电源设计中，为了满足各个电源的功率需求，这里选择 5V 作为输入。C37 为输入电容，为了满足输出功率的要求，这里选取 10μF/16V 的钽电容。C36 为 0.22μF 的输出电容，耐压值必须在 50V 以上。4 号引脚为关闭输入信号引脚，当该引脚为高电平(大于 1.5V)时，输入信号有效；反之，当为低电平时，输入信号无效，即无背光电流的输出。该引脚还可以输入一个频率在 100Hz-2KHz 之间的 PWM 波形，通过占空比来背光的亮度。在 TFT 电梯外呼板中，该引脚连接在了定时器 1 的捕获引脚 CCP1 上，通过配置定时器来输出 PWM 波形，从而通过调节占空比实现调节液晶背光亮度的目的。电感 L3 需要选择可以通过 300mA 以上电流的电感，这里选择 1A 的。VBL+、VBL-、FB、R36 到 GND 之间组成一个恒流电路，在 VBL+、VBL-之间串联接入 LED，即实现了 LED 的驱动，通常选择的驱动电流在 5mA-30mA 之间。3 号引脚 FB 输出一个固定的 0.3V 的电压，与电阻 R36 组成恒流调节的电路，恒流的计算公式为：

$$I = 0.3V / R36$$

这里选择 R36 为 18Ω，计算得驱动电流为 16.7mA，可以满足液晶背光电路的需求。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

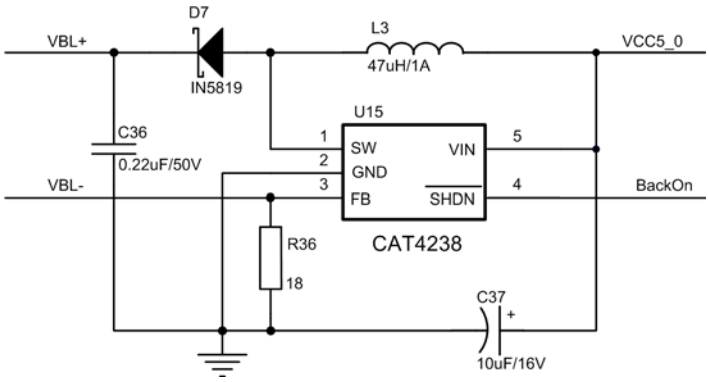


图 2.8　液晶背光电路

2.3.2 MT100G16 系统电路

MT100G16 系统电路中主要有以下部分组成：MT100G16 引脚连接电路、时钟信号电路、复位电路。

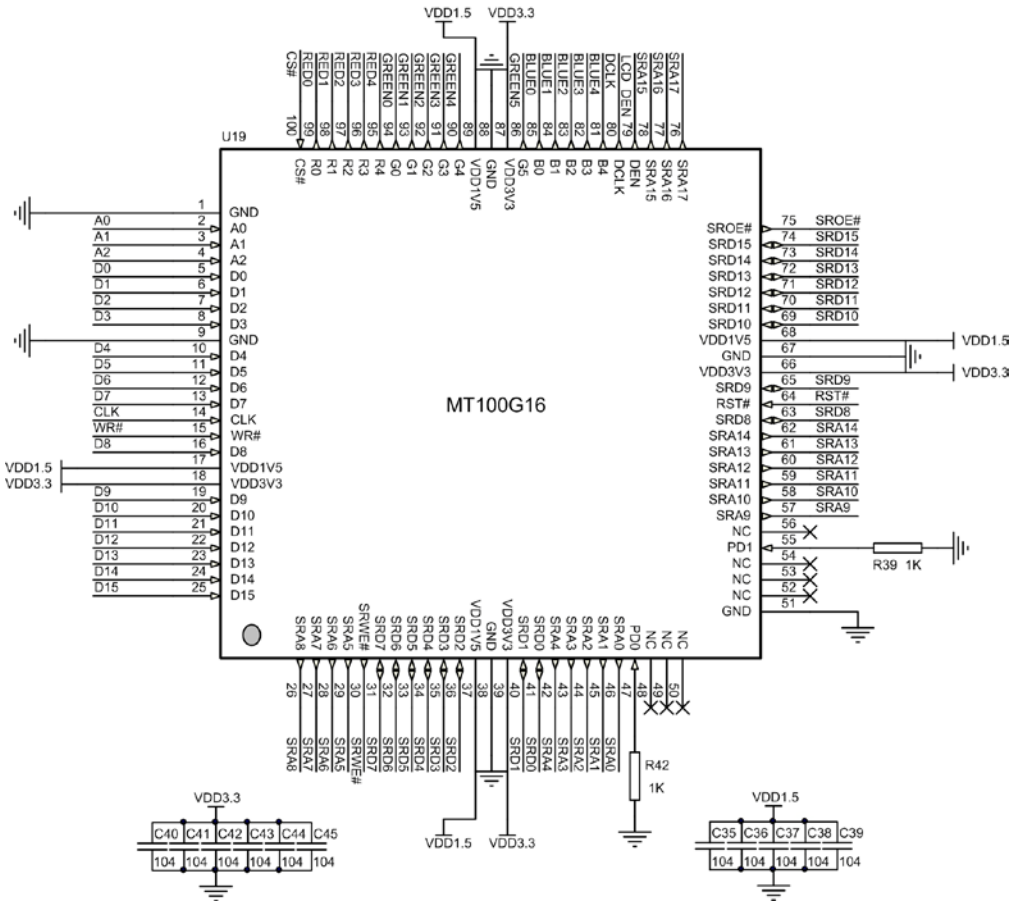


图 2.9　MT100G16 引脚连接电路

MT100G16 引脚连接电路的设计电路如图 2.9 所示，电路中的电容起滤波作用，为了增加系统的稳定性，在 3.3V 电源与 1.5V 电源和地之间都要接一个 0.1μF 的滤波电容。在 PCB 布线时，除复位和时钟信号引脚外，其它引脚可以根据需要随意更换。

时钟信号产生电路采用 48M 的有源晶振，电路如图 2.10 所示。电路中的电容起到滤波的作用，使有源晶振的供电电源更加稳定，高频磁珠起起到抗 EMI 干扰的作用，这都保证

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

了输出波形的稳定，从而确保 MT100G16 液晶控制器对液晶扫描的时序按照更精确的时钟进行。

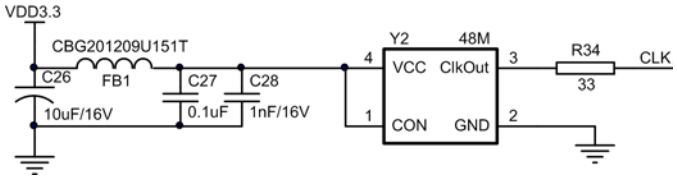


图 2.10　时钟信号电路

复位电路如图 2.11 所示，为了系统复位的可靠，使用了专门的复位芯片 CAT809， 其产生的复位信号在电源电压低于预设阈值电平并在电源电平上升到超过该电平之后的保持时间至少为 140ms 时生效。对于低电平复位的 MCU，CAT809 是一种常用的复位芯片，具体说明可以参考相关的数据手册。

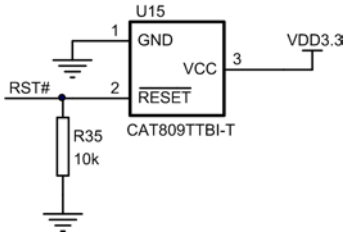


图 2.11　复位电路

2.3.3 液晶接口

TFT 电梯外呼板选用群创的 4.3 寸不带触摸屏的液晶 AT043TN24 V.1，接口为一个 40 个 Pin 的 0.5mm 间距的软排线接口。它主要与 MT100G16 连接，由 MT100G16 控制时序进行扫描，连接电路如图 2.12 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

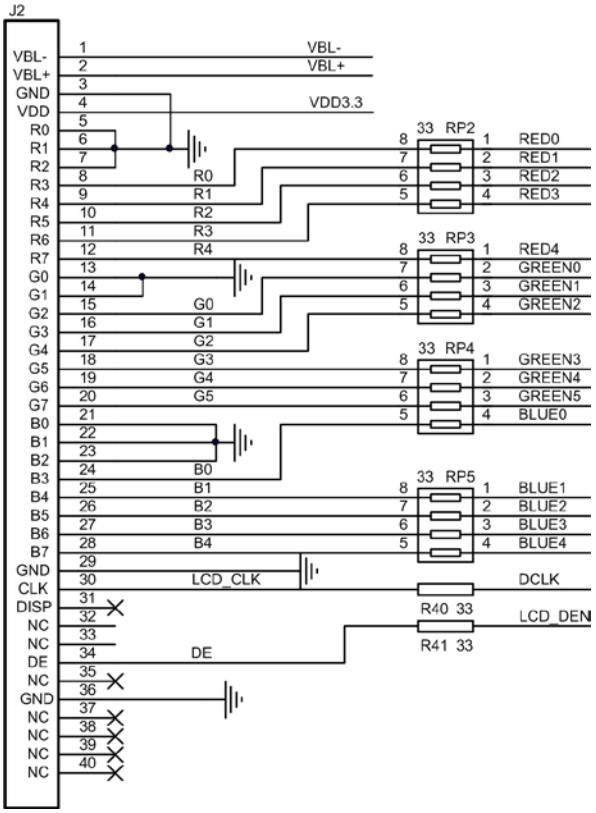


图 2.12　液晶接口电路

图 2.12 中，J2 为液晶接口，其中 1 号与 2 号引脚接背光电路的对应引脚，其它的除电源、地以外都接在 MT100G16 的引脚上。群创的 4.3 寸液晶 AT043TN24 V.1 支持 24 位的真彩色，但由于选择的 MT100G16 只支持 16 位的真彩色，在 TFT 电梯外呼板的显示中，可以满足需要，因此将液晶显示的颜色做一些裁剪，设计 RGB 为 5-6-5 的 16 位真彩色格式，即将液晶连接引脚的表示红色与蓝色的低三位接 GND，绿色的低两位接 GND。

2.3.4 SRAM电路

MT100G16 只能产生一定的扫描液晶的时序信号，另外还需要一定的显存，用于暂时存放扫描的数据。由于 SRAM 速度快，且不需要的额外的刷新电路，控制简单，使用它是非常方便的。因此，这里选择 ISSI 公司的 16 位的高速 SRAM 存储器 IS61LV25616AL。为了提高访问速度，采用 16 位数据的通信方式，即 39、40 脚接 GND，数据线、地址线、读写控制线以及片选引脚 MT100G16 控制。为了提高刷屏速度，在设计中还采用了双缓存的机制。液晶屏长宽像素比为 480x272，即需要 480x272x2=261120 字节的存储空间来存储一个满屏的像素数据。所选择的 SRAM 存储器 IS61LV25616AL 容量为 256k 字节 x2，即 262144 字节 x2。这已经足够存储两个满屏像素的数据。在硬件设计中，将 SRAM 的 44 引脚 A17 连接在 MT100G16 上，通过 MT100G16 来控制是写低存储空间还是写高存储空间(称为缓存 0 与缓存 1)。这样，在写缓存 1 的时候，可以设置使液晶显示缓存 0 中的数据，而在缓存 1 的指定像素写满后，在通过 MT100G16 将缓存 1 的数据复制到缓存 0 中，由于 MT100G16 的硬件操作机制，复制速度肯定是远高于 MCU 的写入速度的。因此，这样就可以实现刷屏速度的最大提高。设计电路如图 2.13 所示，电路中，电容 C33、C34 为电源的滤波电容。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

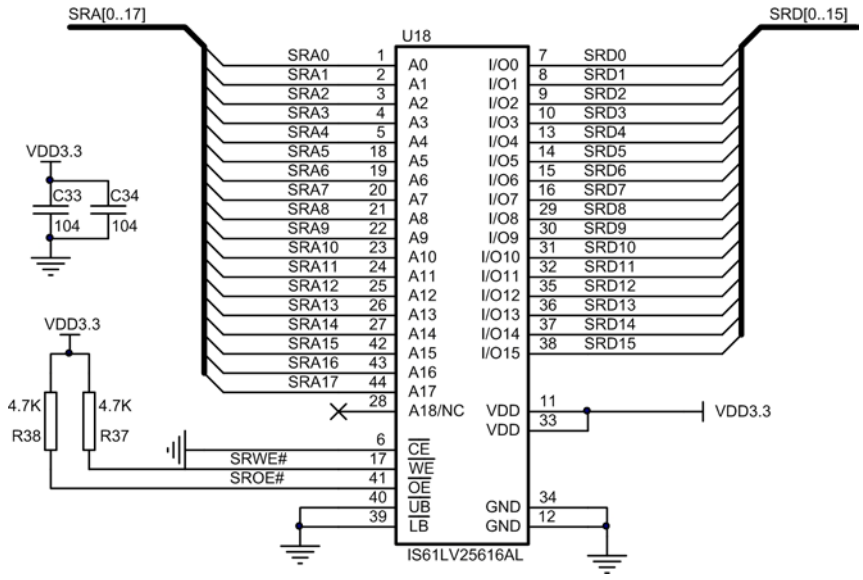


图 2.13　SRAM 电路

2.4　CAN通信接口

TFT 电梯外呼板中，CAN 通信是非常重要的。每层楼的电梯外呼板与电梯的主控制器以及轿箱控制器的信息传递是采用 CAN 协议通信的。CAN 以其以下特点而应用广泛：

- 低成本；
- 极高的总线利用率；
- 很远的数据传输距离（长达 10Km）；
- 高速的数据传输速率（高达 1Mbit/s）；
- 可根据报文的 ID 决定接收或屏蔽该报文；
- 可靠的错误处理和检错机制；
- 发送的信息遭到破坏后，可自动重发；
- 节点在错误严重的情况下具有自动退出总线的功能；
- 报文不包含源地址或目标地址，仅用标志符来指示功能信息、优先级信息。

LPC11C14 芯片内部集成了 CAN。并具有以下特性：

- 支持 CAN2.0 A/B 协议；
- 位速率可编程（高达 1 Mbps）；
- 具有 32 个报文对象；
- 每个报文对象都具有自己的标识符屏蔽码；
- 包含可屏蔽中断；
- 在时间触发的 CAN（TTCAN）应用中禁止自动重发送模式；
- 自测试操作具有可编程的回环模式；
- 具有可编程的 FIFO 模式；
- 数据长度从 0 到 8 字节；
- 通过 CAN0Tx 和 CAN0Rx 管脚与外部 CAN PHY 无缝连接。

TFT 电梯外呼板中的 CAN 采用 NXP 的 TJA1051 高速 CAN 收发器；TJA1051 的设计使用最新的 EMC 技术，采用先进的绝缘硅 Silicon-on-Insulator SOI 技术进行处理，这样，提高了器件的抗电磁干扰性能。关于 TJA1051 的一些详细特性，请参考数据手册。该方案的硬件原理图如图 2.14 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 2.14 中，CAN 收发器 TJA1051 的信号地与系统的电源地通过 0Ω 电阻隔离开。U14 是 Philips 公司的 PESD1CAN，是专用于 CAN 通信中加强 ESD 保护的芯片，因 TJA1051 内部没有集成 ESD 保护，所以设计中增加该芯片是有必要的。TJA1051 的 TXD、RXD 与处理器 CAN 接口之间串接一个电阻，是为了提高抗干扰性。TJA1051 的 8 脚是一个模式选择控制引脚，在正常工作接低电平。引脚 5 是参考电压引脚，作用是给 CAN 控制器模拟比较器提供一个参考电压。因为 TJA1051 有两个版本，如果是 TJA1051T，引脚号为 5 端的 0 欧电阻不焊，对应引脚 VREF 悬空，如果是 TJA1051T/3 或 TJA1051TK/3，需焊接引脚号为 5 端的 0 欧电阻。同 RS485 通信一样，CAN 的通信中通常都需要在网络电缆的两端加一个 120Ω 的终端电阻，为了方便，用跳线帽来选择当前的电梯外呼板是否连入终端电阻，图中，JP4 为跳线帽位置。

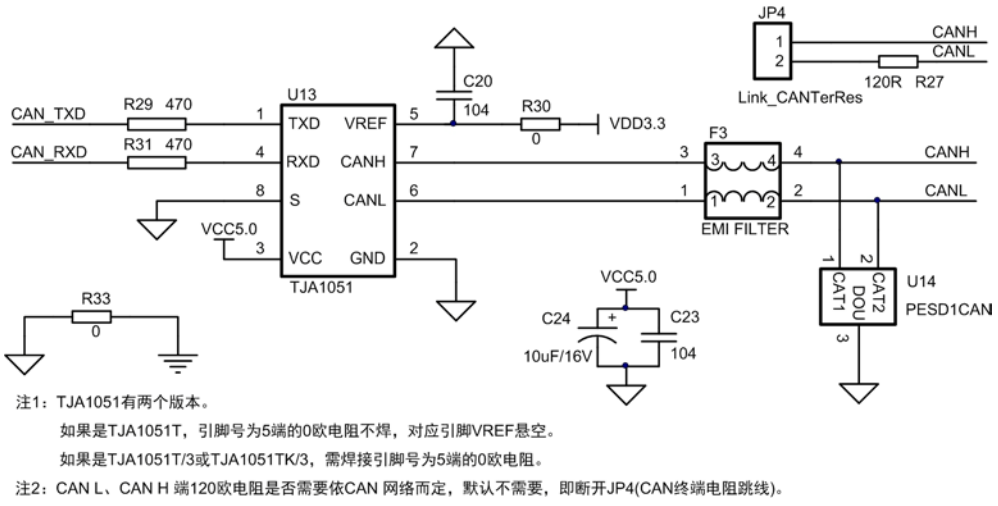


图 2.14　CAN 通信非隔离方案电路图

2.5　其它电路

除上面几节介绍的电路外，在 TFT 电梯外呼板中，还需要一些附加的电路，共同构成 TFT 电梯外呼板的应用电路，这部分主要包括按键与 LED 指示的接口电路、大容量串行 Flash 存储电路等。此外，用户还可以根据实际的需要扩展电路。

2.5.1 按键与LED指示灯电路

按键与指示灯电路是一个 TFT 电梯外呼板的一个重要组成部分，它是与用户交互的接口。在电梯运行过程中，用户通过按键将自己的需求信息通知电梯主控制器，同时通过 LED 指示灯显示用户的需求生效，从而控制电梯轿厢的运行方向及停留位置。在电梯外呼板的安装中，按键与指示灯通常都集合在一起，如图 2.15 所示，LED 指示灯在按键的下面。因此，在 TFT 电梯外呼板的电路设计中，通常都仅仅留出一个接口，这样不同的电梯厂家可以根据需要选择不同的按键来安装。电梯行业规定，按键与指示灯电路都直接采用 DC 24V 供电。因此，在设计中，通过二极管处理成能够使 MCU 识别的按键信息，再由 MCU 予以处理，设计电路如图 2.16 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

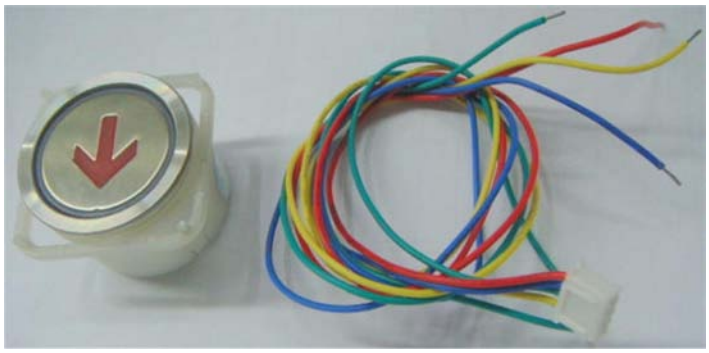


图 2.15　电梯外呼板按键与指示灯

图 2.16 中，AV+是电源 DC 24V 经过保护电路的输出，当有按键按下时，SW2 为低电平，二极管 D3 导通，此时可以 MCU 引脚可以检测到低电平。不同电梯厂商使用的按键指示灯很可能需要的驱动能力也不同，因此，用一个集成了 7 路达林顿管的芯片 ULN2003 来驱动 LED 指示灯。P3、P7 为按键与 LED 指示灯组合器件的接口，另外为了扩展的需要，很可能还需要用 LED 指示灯来指示一些其它的信息，因此留出了 P1、P3、P5 三个 LED 指示灯的接口。同时，为了提高系统的可靠性，提高抗静电 ESD 的能力，在每一个按键或指示灯的接口都加了一个 24V 的 ESD 保护器件 PESD24VL2BT。

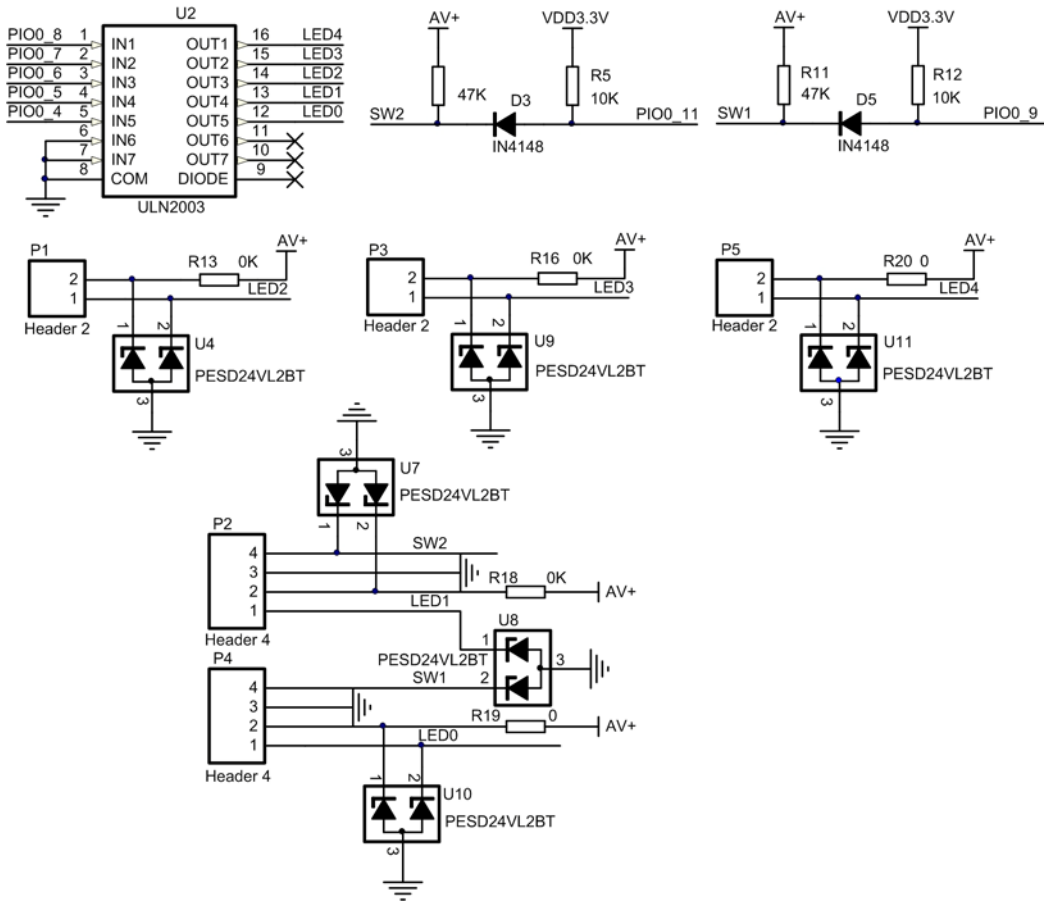


图 2.16　按键与 LED 指示灯电路

2.5.2 数据存储电路

在 TFT 电梯外呼板中，数据存储电路主要用于存放液晶显示需要的图片、字模等信息，

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

是实现 TFT 液晶显示的一个不可或缺的组成部分。串行 Flash 器件选择 MXIC 公司的容量为 16Mbit 的器件 MX25L1605D，它封装小巧，功耗低，最大支持 86MHz 波特率的操作速率，其详细说明可以参考相关的数据手册。设计硬件电路如图 2.17 所示，电容 C21、C22 为电源的滤波电容。左边为编程串行 Flash，向其中写入图片等数据信息的接口，它采用一个类似于 10 针 JTAG 的 2x5 接口，但操作串行 Flash 主要使用的是 MCU 的 SSP 接口。

注意：当编程串行 Flash 的时候，TFT 电梯外呼板的微控制器一定不能同时也读写串行 Flash，否则将会造成总线的混乱，造成读写失败。因此，电路设计中，下载接口处加了一个二极管 1N5819，这样将串行 Flash 的电源和 TFT 电梯外呼板的 3.3V 电源分开，从而避免两者同时上电，造成同时操作串行 Flash 的情况。

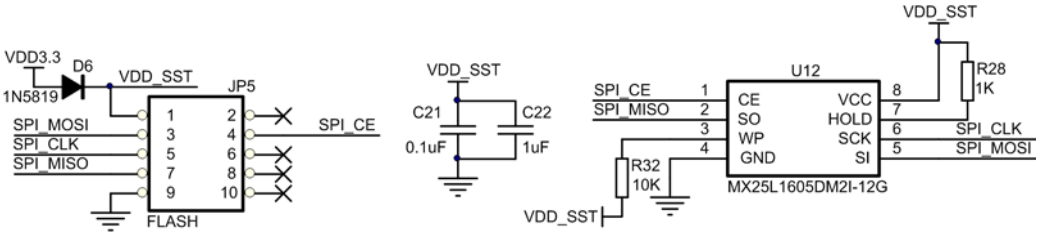


图 2.17　串行 Flash 存储电路

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

3. TKStudio IDE集成开发环境

本章将介绍如何使用 TKStudio 集成开发环境进行工程的建立、编译链接和调试等操作，帮助用户快速掌握 Cortex-M0 芯片的开发环境。

3.1 TKStudio集成开发环境

TKStudio集成开发环境（又称TKStudio IDE）是广州致远电子有限公司开发的一个微处理器软件开发平台，是一款具有强大内置编辑器的多内核编译调试环境，支持8051、ARM、AVR等多种微控制器，可以完成从工程建立和管理，编译，链接，目标代码的生成，到软件仿真，硬件仿真(挂接TKS系列仿真器等硬件)等完整的开发流程。TKStudio IDE主界面如图3.1所示。

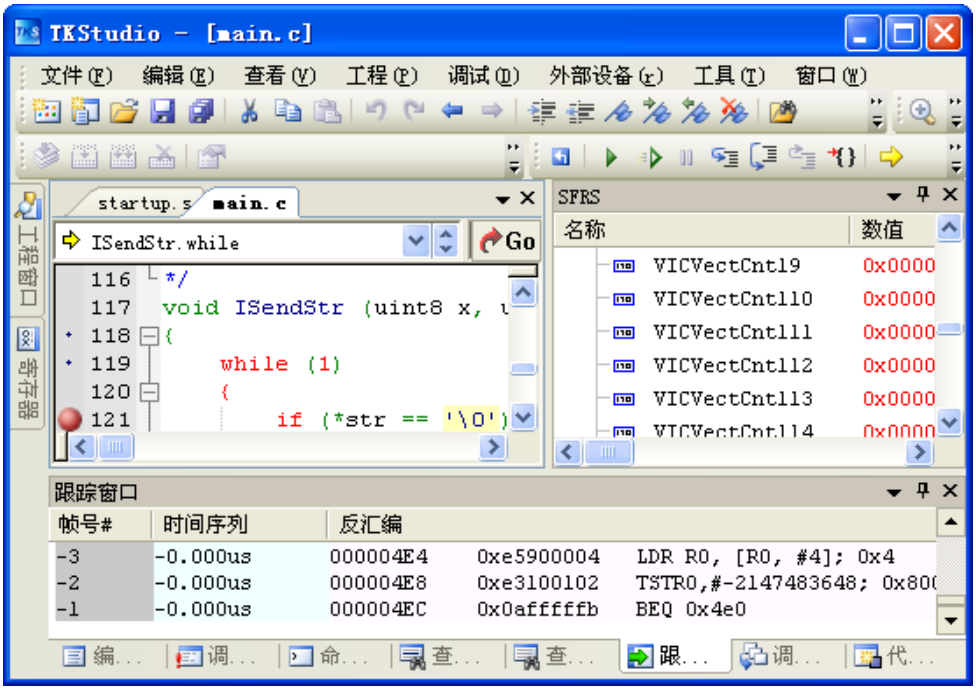


图 3.1 TKStudio 主界面

TKStudio集成开发环境包括工程管理器、代码编辑器、编译工具链、源码级调试器和外部工具等。

3.1.1 工程管理器

TKStudio 工程管理器可以管理工程中用到的所有源文件、库文件和其它输入文件。在工程窗口中分为工程、文件组、源文件三级结构，并且根据文件类型显示为不同的图标，直观而又醒目，更方便用户管理工程。TKStudio 工程窗口如图 3.2 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

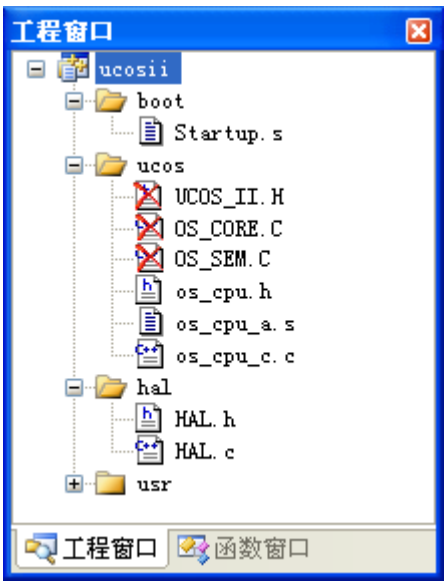


图 3.2　工程窗口

3.1.2 代码编辑器

TKStudio 代码编辑器以最大化用户编码体验为目标，功能强大，能非常有效地提高编码效率，并提高整体开发效率。TKStudio 代码编辑器功能特点总结如图 3.3 所示。

图 3.3　TKStudio 代码编辑器功能特点

3.1.3 编译工具链

TKStudio 具备丰富的编译器选项配置信息，对各种工具链的编译、链接、调试提供了灵活的配置参数，对 MCS-51、ARM、AVR 等芯片都提供了支持，主要有 C51、SDCC 51、GCC ARM、ADS ARM、Realview MDK、GCC AVR 等编译工具链。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 3.4　编译工具链

LPC1100 系列微控制器开发需要用到的编译工具链是 Realview MDK 4.x，如果用户在安装 TKStudio 前已经安装了该编译器，安装程序会自动将编译器的路径设置到 TKStudio 中。但如果用户之前没有安装 Realview MDK 编译器，则需在 TKStudio 安装过程中根据提示到相关网站下载安装。

在安装好 Realview MDK 编译器后，用户需要将该编译器的路径设置到 TKStudio 中。打开 TKStudio 集成开发环境，如图 3.5 所示，选择【工程】→【编译工具设置】菜单，将弹出如图 3.6 所示对话窗口。

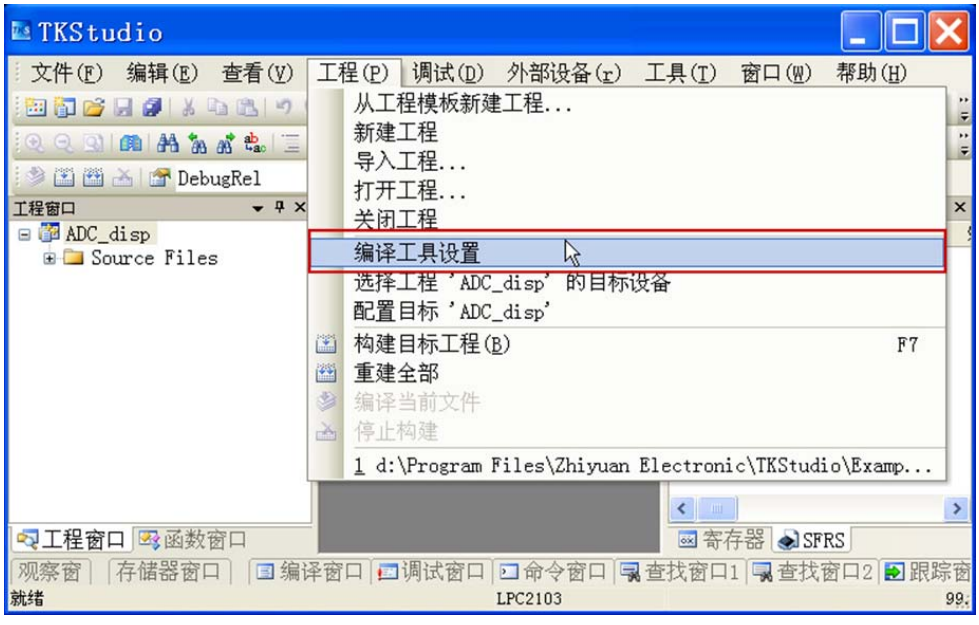


图 3.5　打开编译工具设置

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

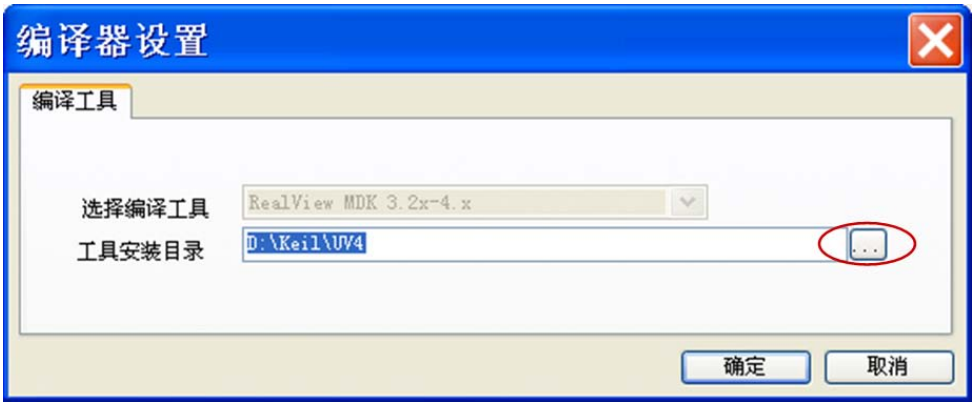


图 3.6　编译器设置对话框

点击按钮 ，选择 Realview MDK 所在路径，如图 3.7 所示，注意需要定位到【KEIL】->【ARM】->【BIN40】目录，然后点击确定，即完成了编译工具的设置。

图 3.7　选择编译工具路径

3.1.4 源码级调试器

TKStudio 调试器与广州致远电子推出的 K 系列仿真器完美结合，支持 8051、ARM、AVR 等主流芯片的系统级调试，配备大量调试窗口、性能分析器、数据/代码覆盖分析器、运行轨迹回溯工具，内置了完备的软件仿真系统。能帮助您快速定位无用代码、无用变量，更好地优化完善整个系统。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

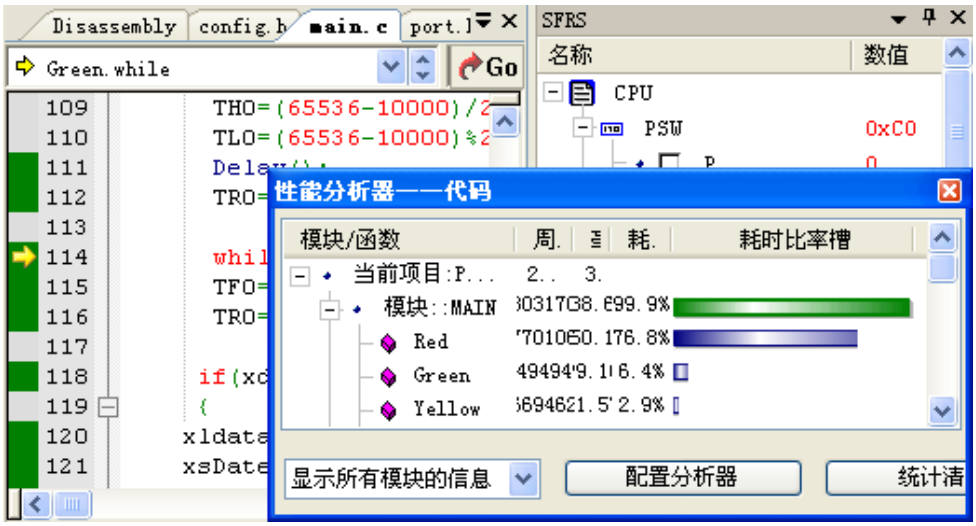


图 3.8　调试状态

3.1.5 外部工具

主界面上的【工具】菜单下包含了一些实用的外部工具，包括烧写工具，调试工具，文件工具，计算器等等，可以根据自己的需要灵活使用这些工具。

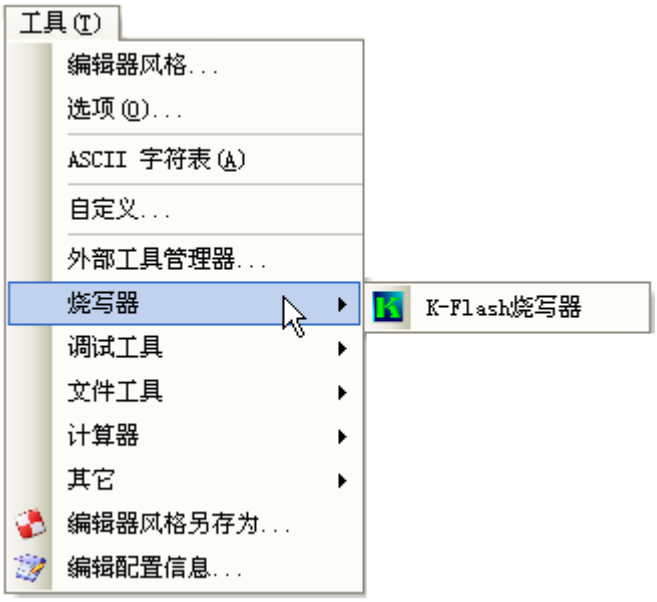


图 3.9　外部工具

本文第 5 节与第 6 节将对开发中常用的两款软件：K-Flash 烧写器和 TKS_COM 串口调试助手，进行详细的介绍。

3.2　工程的管理

3.2.1 新建工程

点击 Windows 操作系统的【开始】→【程序】→【TKStudio】菜单下的【TKStudio】开启运行 TKStudio，或者双击桌面上的 TKStudio 快捷方式也可以打开运行。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

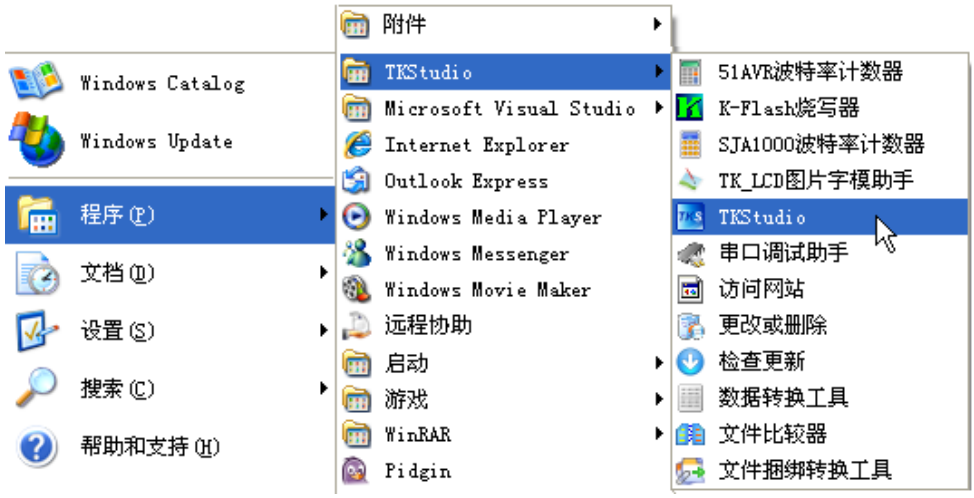


图 3.10　运行 TKStudio

运行 TKStudio 后，在主界面上选择菜单【工程】→【新建工程】，将弹出如图 3.11 所示对话框。

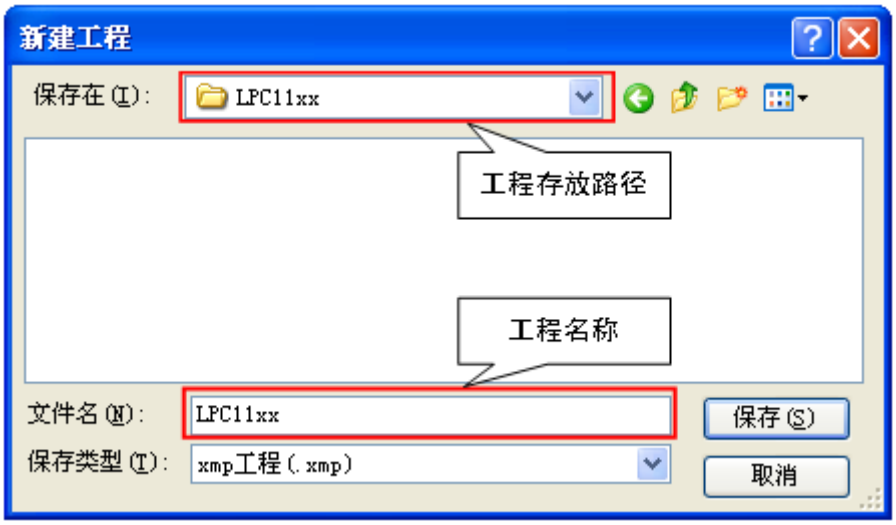


图 3.11　新建工程

在“保存在”项中选择工程存放路径，在“文件名”项中输入工程名称，并单击“保存”，将弹出“选择目标 CPU”对话框。如图 3.12 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 3.12　选择目标 CPU

在“选择内核”项中选择器件类型，在“选择编译工具”项选择编译工具链，并在“器件库内容”项中选择具体芯片，然后单击“确定”即可建立相应工程，工程文件名后缀为.xmp。

3.2.2 从工程模板新建工程

针对 LPC1100 系列微控制器，我们定义了 1 个工程模板，包含设置信息由 Flash 起始地址 0x00000000、片内 RAM 起始地址 0x10000000、编译链接选项及编译优化级别等；模板中包含了 LPC1100 系列微控制器的启动文件（如：target.c）、头文件（如：lpc1100.h）和分散加载描述文件（如：InChip.sct）等。

建议客户开发基于 LPC1100 工程模板，从模板新建工程具体操作如下：

点击 Windows 操作系统的【开始】→【程序】→【TKStudio】菜单下的【TKStudio】开启运行 TKStudio，或者双击桌面上的 TKStudio 快捷方式也可以打开运行。

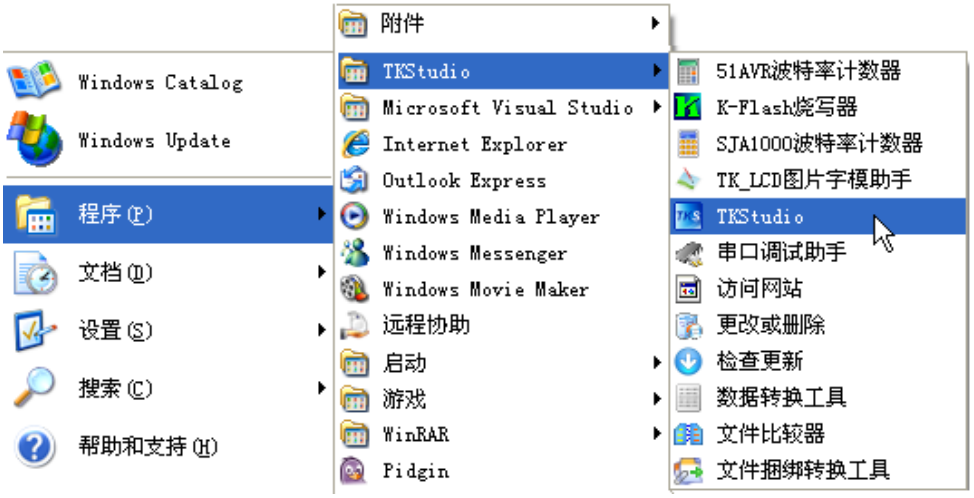


图 3.13　运行 TKStudio

运行 TKStudio 后，在主界面上选择菜单【工程】→【从工程模板新建工程】，如图 3.14

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

所示，并将弹出如图 3.15 所示对话框。

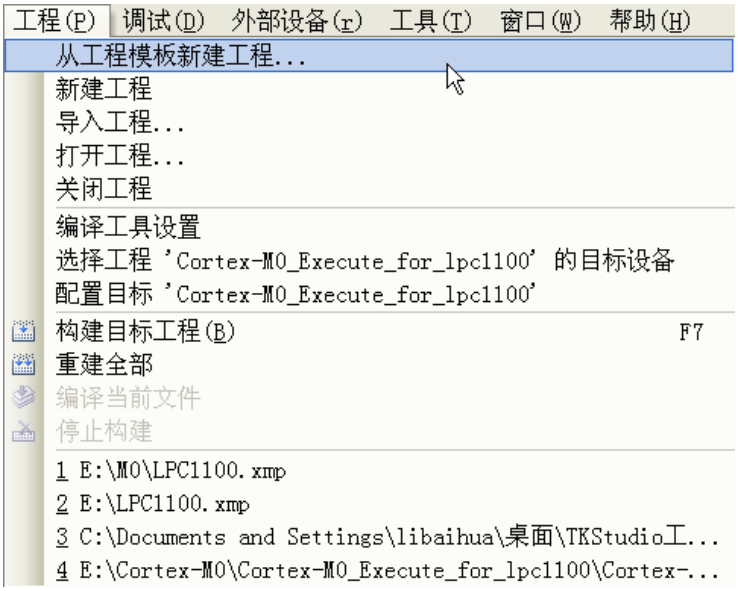


图 3.14　从工程模板新建工程

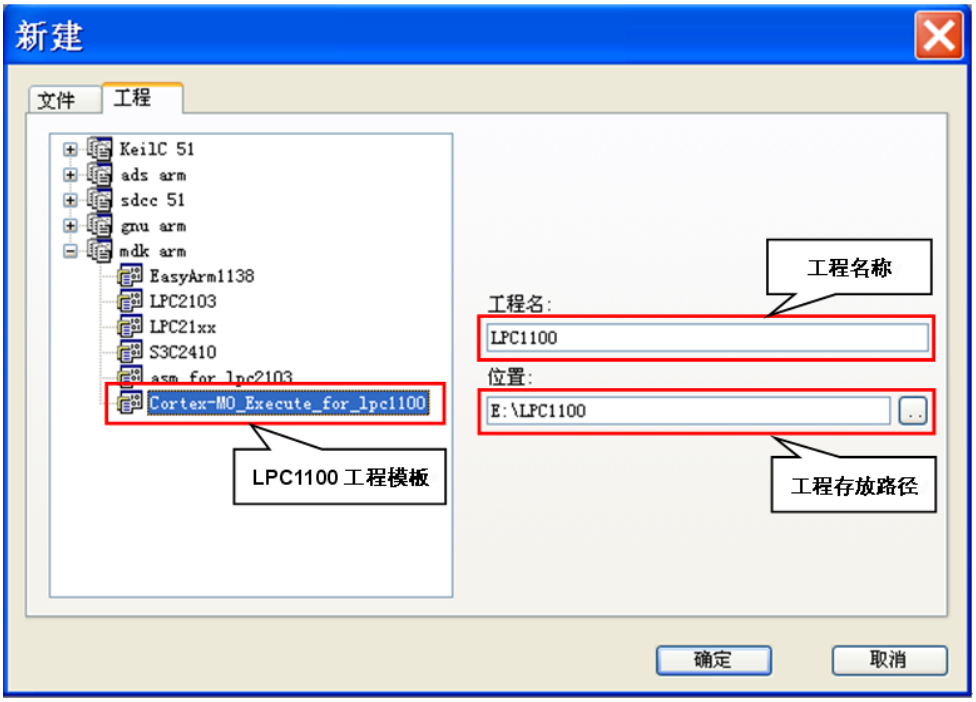


图 3.15　选择 LPC1100 工程模板

LPC1100 专用工程模板说明如下：

Cortex-M0_Execut_for_LPC1100：无操作系统，所有 C 代码均编译成 Thumb 指令。

用户选择相应的工程模板建立工程，如所示为使用 Cortex-M0_Execut_for_LPC1100 建立的一个工程。工程有两个生成目标：DebugInFlash 和 Release。工程模板已经将相应的编译参数设置完成，用户直接使用即可。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

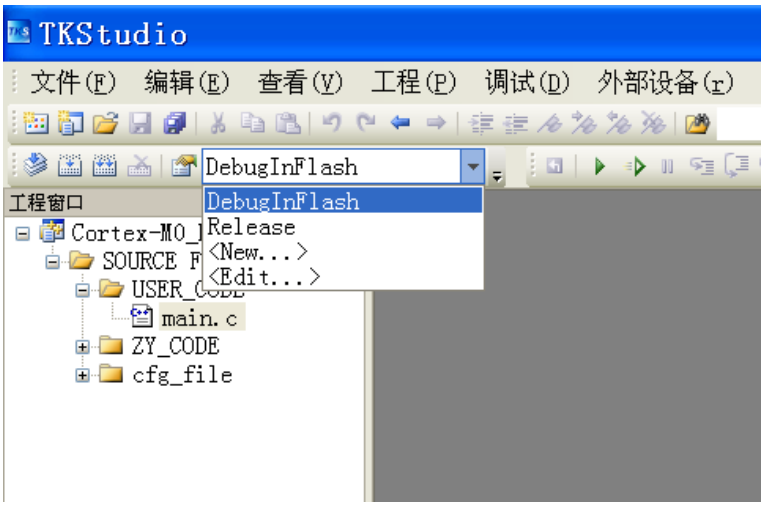


图 3.16　采用 LPC1100 工程模板建立的工程

注意:

【1】　工程模板的分散加载文件 InChip.sct 的堆栈和内存大小需要根据不同的芯片进行设置，LPC1100 系列微控制器大小设置不同，用户可打开这个文件根据芯片型号进行相应的修改;

【2】　选用 Release 目标时，将对 LPC1100 芯片进行加密，LPC1100 芯片有三种加密级别，其中第三级加密为 OTP 加密，加密后芯片再也无法擦除，调试中请勿使用。模板默认为二级加密，加密的芯片只能使用 ISP 方式进行整片擦除后，才能恢复 SWD 调试及 ISP 读/写操作。

3.2.3 建立文件

建立一个文本文件，以便输入用户程序。点击“新文件”。然后在新建的文件中编写程序，单击“保存”按钮将文件存盘或选择【文件】→【保存】，输入文件全名，如 Test.c。注意,请将文件保存到相应工程目录下，以便于管理和查找。

图 3.17　新文件按钮

也可以通过选择【文件】→【新建】或点击“新建”按钮弹出“新建”对话框建立文件。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

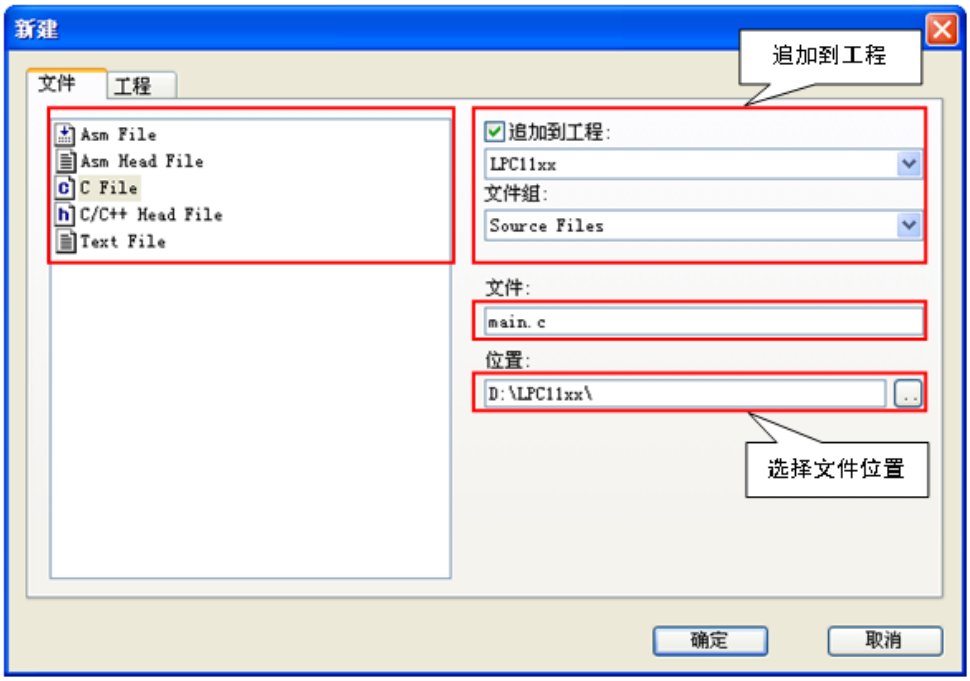


图 3.18　新建文件

3.2.4 添加文件到工程

TKStudio 提供了两种方法将文件添加到目标工程中。第一种方法是在新建文件时，勾选“追加到工程”一项，该方法在上一节中已经介绍，在此不再赘述；第二种方法是在工程窗口中，选择对应的文件组，单击右键，在弹出菜单中选择“追加文件到文件组”即可弹出“打开”对话框，选择要添加的文件，然后单击“打开”即完成文件添加操作。

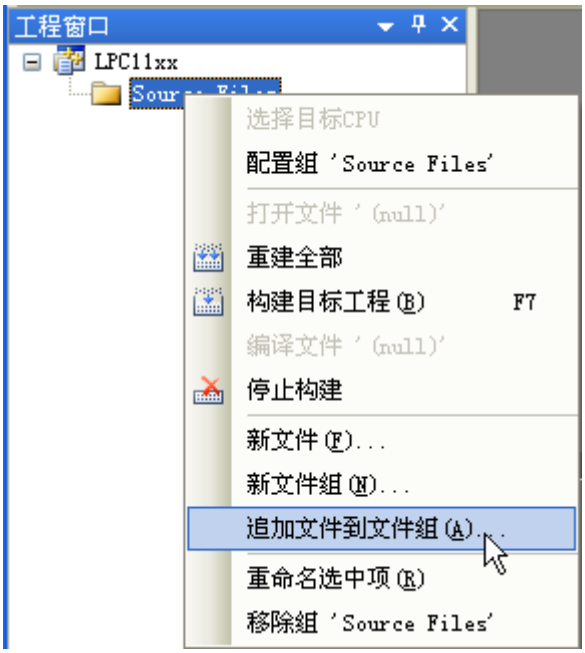


图 3.19　在工程窗口中添加源文件

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

3.2.5 编译链接工程

如图 3.20 所示为编译链接工程所使用的工具条，通过这些按钮，可以快速地进行工程设置、编译链接等（在不同的菜单项上可以分别找到对应的菜单命令）。

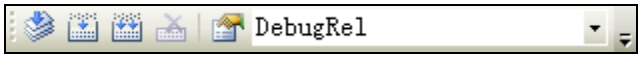
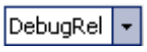


图 3.20　编译链接工具条

表 3.1　编译链接工具条说明

按钮	说明
	编译当前文件，编译结果将显示在编译窗口，如果出现错误或警告，双击错误信息或警告信息光标就会定位到出错的源代码行
	构建，编译修改过的文件并生成应用
	重新编译所有的文件并生成应用
	停止正在进行的编译或构建过程
	配置目标工程相关参数
	当前的目标工程

点击 按钮，将弹出一个配置目标工程对话框，在该对话框中可以对目标工程进行地址设置、输出文件设置和编译项设置等等。

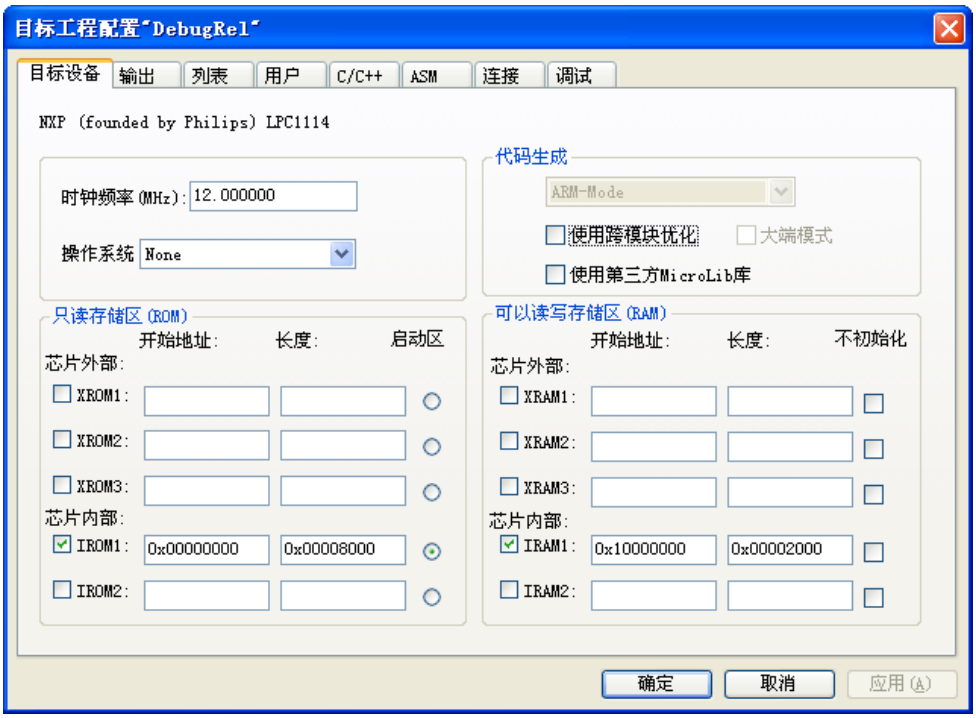


图 3.21　工程配置窗口

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

3.2.6 打开工程

选择【工程】→【打开工程】即可弹出打开对话框，找到相应的工程文件（*.xmp），单击“打开”即可。如果需要打开最近的工程，点击【工程】，在菜单下面的最近打开工程中选择即可。

3.2.7 导入工程

导入工程即导入一个非 TKStudio 工程，TKStudio 目前支持 uV2、uV3、ADS、SDCC 工程的导入。选择【工程】→【导入工程】菜单，即弹出如图 3.22 所示对话框。

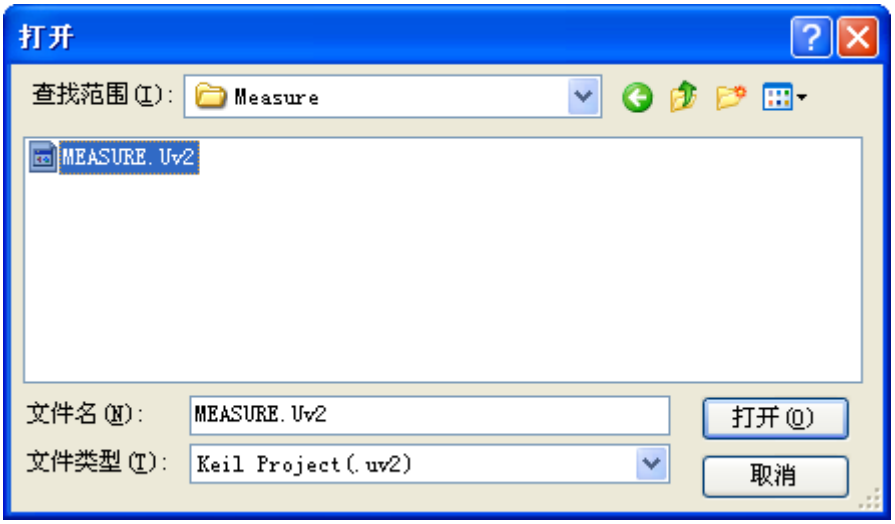


图 3.22　导入工程

在文件类型下拉列表框中选择要导入的工程类型和工程名，点击“打开”，将弹出“配置目标 CPU”的对话框，设置好相应的配置信息后点击“确定”，选择一个保存工程路径（此处一定要把工程文件保存到原工程的同目录下），点击“确定”即可把一个非 TKStudio 工程导入到 TKStudio 中进行编辑或编译等操作了。

3.3　工程的调试

3.3.1 选择调试方式

调试主要有两种方式：软件仿真和硬件调试。在 TKStudio 中，通过工程配置对话框可选择不同的调试方式，并设置调试参数。不同的工具链下会有不同工程配置对话框。如选择 MDK 编译工具时，调试设置界面如图 3.23 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

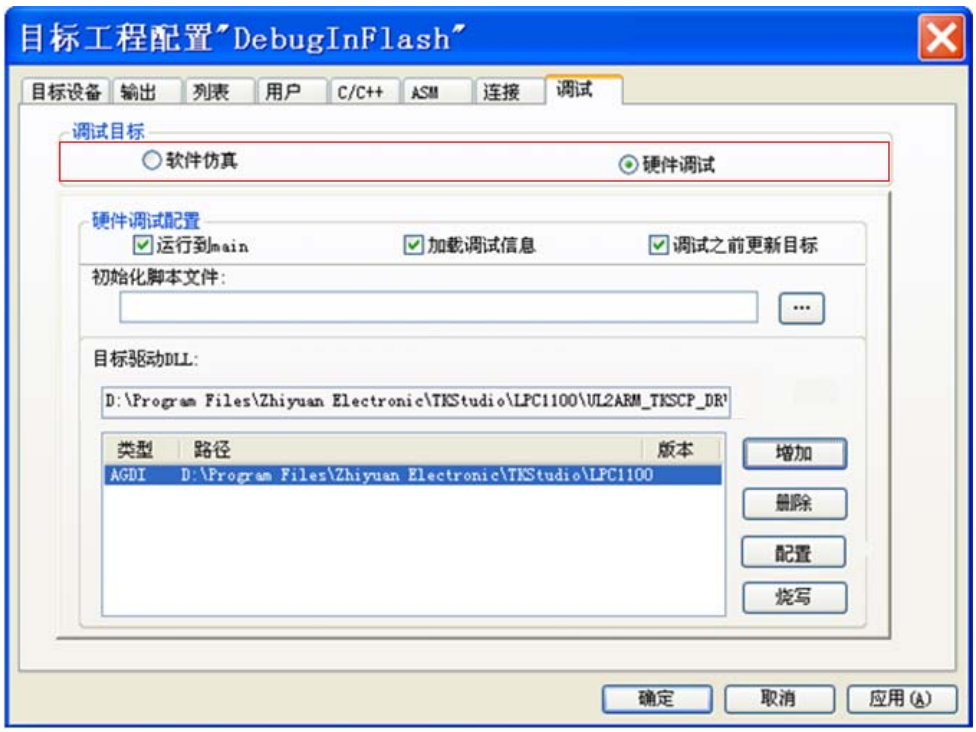


图 3.23　选择调试方式

当需要配置软件仿真或硬件调试选项时，可以选择“类别”切换到相应的配置界面。

3.3.2 调试工具条

当工程编译连接通过后，单击“启动/停止调试”按钮，即可启动 TKStudio 进行调试。TKStudio 启动调试和断点操作工具条如图 3.24 所示。

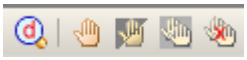


图 3.24　启动调试和断点操作工具条

表 3.2　启动调试和断点操作工具条说明

按钮	说明
	启动/停止调试
	插入/移除断点
	启用/禁止断点
	禁止所有断点
	清除所有断点

TKStudio 调试工具条如图 3.25 所示，工具条说明见表 3.3。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 3.25　调试工具条

表 3.3　调试工具条说明

按钮	说明
	复位
	运行
	忽略断点运行
	停止运行
	步进-单步运行，进入调用函数
	步越-单步运行，调用函数作为一条语句执行
	步出，执行完当前被调用的函数，停止在函数调用的下一条语句
	运行到光标所在行，运行程序直到当前光标所在行时停止
	显示下一个即将执行的指令行
	显示或隐藏反汇编窗口
	显示或隐藏观察窗口
	显示或隐藏串行监视窗口
	显示或隐藏存储器窗口
	显示或隐藏寄存器窗口
	显示或隐藏特殊功能寄存器（SFR）窗口
	显示或隐藏跟踪窗口

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

4. TKScope AK100 仿真器

4.1 功能简介

TKScope AK100 仿真器是广州致远电子有限公司 2009 年隆重推出的一款高性能 ARM 专用仿真器，支持 ARM7、ARM9、Cortex-M1、Cortex-M3、XSCALE 等内核的全系列仿真，包括 Thumb 模式。随之不断升级，后续还会支持 ARM10、ARM11、Cortex-R4 和 Cortex-A8 等内核的全系列仿真。

目前，TKScope AK100 仿真器支持的内核种类如下：

- **ARM7**：ARM7TDMI、ARM7TDMI-S、ARM7EJ-S、ARM720T；
- **ARM9**：ARM9TDMI、ARM920T、ARM922T、ARM926EJ-S、ARM946E-S、ARM966E-S；
- **Cortex-M0/1/3**：支持串行调试（**SWD**）模式；
- **XSCALE**：PXA255、PXA270。

TKScope AK100 仿真器与多种主流 IDE 环境无缝嵌接，支持 Keil、ADS、IAR 和 TKStudio 等开发环境，并具备其高级调试功能，保证用户的开发平台始终如一。

目前，TKScope AK100 仿真器支持的 IDE 环境如下：

- **Keil**：Keil 公司，英文界面，8051/251/C166/ARM 编译/调试环境；
- **ADS**：ARM 公司，英文界面，全 ARM 内核编译/调试环境；
- **IAR**：IAR 公司，英文界面，多内核编译/调试环境。
- **TKStudio**：致远公司，中/英文界面，多内核编译/调试环境，强大内置编辑器；

图 4.1　TKScope AK100 仿真器支持的 IDE 环境

TKScope AK100 仿真器采用 USB2.0 高速通讯接口，快速下载用户程序代码。同时，USB 接口从 PC 机取电，省去沉重的电源适配器，外形美观小巧，携带方便。

图 4.2　TKScope AK100 仿真器

4.2 性能特点

TKScope AK100 仿真器是 TKScope SuperARM ICE AK 系列的仿真产品，只专注于 ARM 内核的仿真，是 TKScope 仿真器的 ARM 单机版。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

TKScope 简介：

TKScope 嵌入式综合仿真开发平台，支持 8051、ARM、DSP、AVR、C166、MX 等内核全系列仿真，是一款全新概念的高级专业通用型仿真开发平台；与多种主流 IDE 环境无缝嵌接，支持 TKStudio、zlglogic、Keil、ADS、IAR、RealView、AVR 和 CCS 等开发环境；同时，内嵌专业的逻辑分析仪，zlglogic 软件全面支持。

TKScope AK100 仿真器主要特性：

- 支持全系列 ARM 内核仿真，ARM7/ARM9/Cortex-M0/Cortex-M1/Cortex-M3/XSCALE 等，包括 Thumb 模式。
- 支持 Cortex-M0/Cortex-M1/Cortex-M3 内核串行调试（**SWD**）模式；
- 与主流 IDE 环境无缝链接，如 ADS、IAR、Keil、TKStudio 等；
- 支持片内 Flash 在线编程/调试，提供每种芯片对应的 Flash 编程算法文件；
- 支持片外 Flash 在线编程/调试，提供数百种常用的 Flash 编程算法文件；
- 支持 NOR/NAND/SPI 等多种接口类型的外部 Flash 编程/调试；
- 支持用户自行添加 Flash 编程算法文件；
- 具备单独烧写 Flash 的独立软件，提高生产效率；
- 支持无限制的 RAM 断点调试；
- 支持无限制的 Flash 断点调试，突破硬件断点数量的限制；
- 采用同步 Flash 技术，快速刷新 Flash 断点，速度如同 RAM 调试一样快捷；
- 支持动态断点，可在运行中任意设置/取消断点；
- 同时支持程序断点和数据断点，便于用户准确跟踪复杂程序的运行；
- 快速单步程序运行，最大 150 步/秒；
- 保证最快最稳定的调试主频变化的目标系统。
- 内置特殊调试算法，可靠调试处于非法状态的 ARM 内核；
- 支持菊花链连接的多器件仿真；
- 基于芯片的设计理念，为数百种芯片提供完善的初始化文件。
- 内置全面的初始化文件解释执行器，可在复位前后/运行前后/Flash 下载前后进行灵活的系统设置，包括寄存器设置/ARM 初始化/时钟设置/延时/信息提示等操作。

4.3 安装驱动

TKScope AK100 仿真器通过 USB 接口与 PC 机连接，支持热插拔。开发板上电后红色电源指示灯【POWER】将点亮，蓝色仿真器指示灯【Busy】闪烁一次后熄灭。

开发板第一次上电时，PC 机屏幕右下脚将弹出“发现新硬件”的提示信息，如 图 4.3 所示，在图 4.4 窗口选择 【从列表或指定位置安装（高级）】选项，然后点击【下一步】，此时系统会弹出如 图 4.5 所示的对话框。

图 4.3 发现新硬件

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 4.4　从列表或指定位置安装

点击中的【浏览】选项，TKScope AK100 驱动位于 TKStudio 的安装文件中（本文示例为 D:\Program Files\Zhiyuan Electronic\TKStudio\LPC1100\AK100 Driver），找到 AK100 驱动文件后点击【确定】，进行安装。

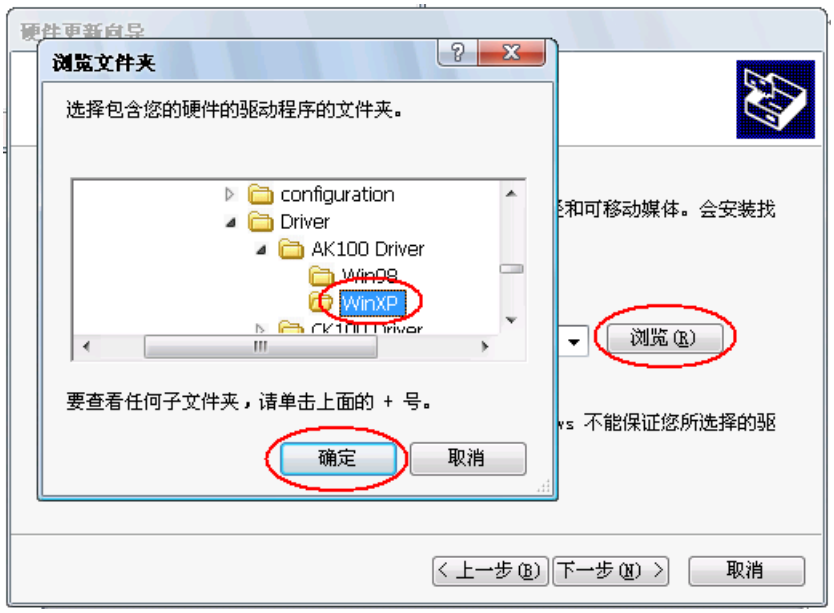


图 4.5　选择存放“AK100_Driver”文件路径

驱动安装完毕后，系统将弹出如图 4.6所示的对话框，提示用户已经完成驱动的安装。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 4.6　安装完成

系统正确安装驱动后，可以查看设备管理器里的硬件设备。鼠标右键点击【我的电脑】，选择【属性】->【设备管理器】，进入如 图 4.7 所示的界面。此时，可以在【通用串行总线控制器】一栏内看到系统识别到的新安装的硬件设备。

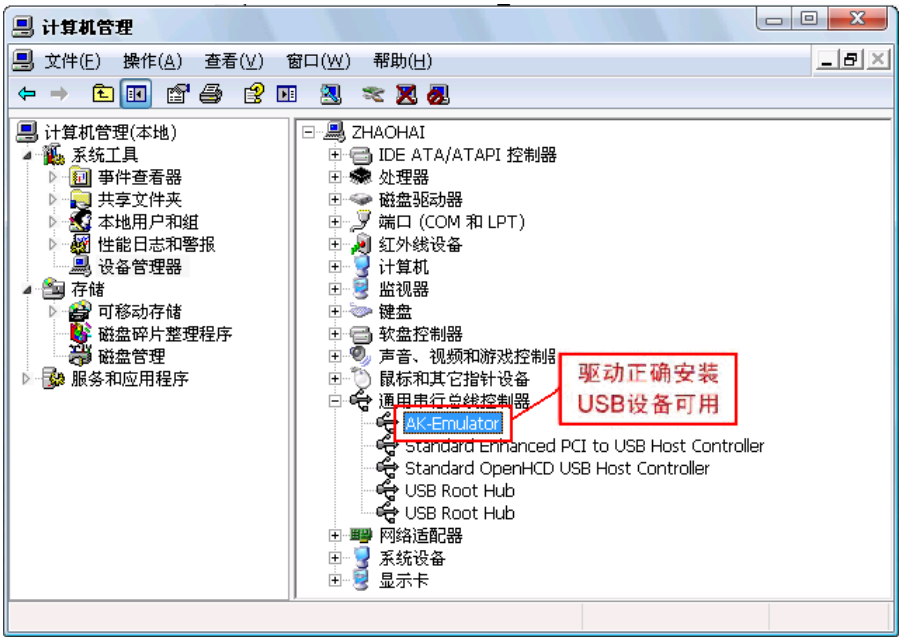


图 4.7　正确的安装新硬件结果

如果系统没有安装新硬件的驱动或驱动安装不正确，USB 设备就无法正常使用，需要重新安装驱动程序。需要点击鼠标右键，选择【更新驱动程序】选项，按照上述的过程重新安装驱动程序直到正确为止。

4.4　仿真器配置

本文以 GPIO_BEEP 工程为例（本例程请到 LPC1100 专题网页下载），讲述如何配置

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

TKScope AK100 仿真器，硬件使用广州致远电子有限公司开发的 TinyM0-CAN 开发板。

1. 硬件连接

将 TinyM0-CAN 核心板上的 3.3V、GND 以及 P2.7 引脚引出，控制自行设计底板上的 BEEP 蜂鸣或 LED 闪烁。

注：底板需要用户自行提供，若未使用 P2.7 控制蜂鸣器或 LED，则用户需要在示例程序中略作改动。

将开发板上电，连接 USB 电缆到 PC 机，查看开发板上仿真器蓝色指示灯【BUSY】状态，如果【BUSY】闪烁一次后熄灭，则表明仿真器硬件工作无误。否则，停止测试，检查硬件连接。

2. 编译环境与仿真器设置

打开 GPIO_BEEP 工程文件，如 图 4.8 所示。

图 4.8 打开工程文件

在 TKStudio 界面点击【工程配置】图标，如图 4.9 所示，对目标工程的参数进行配置。

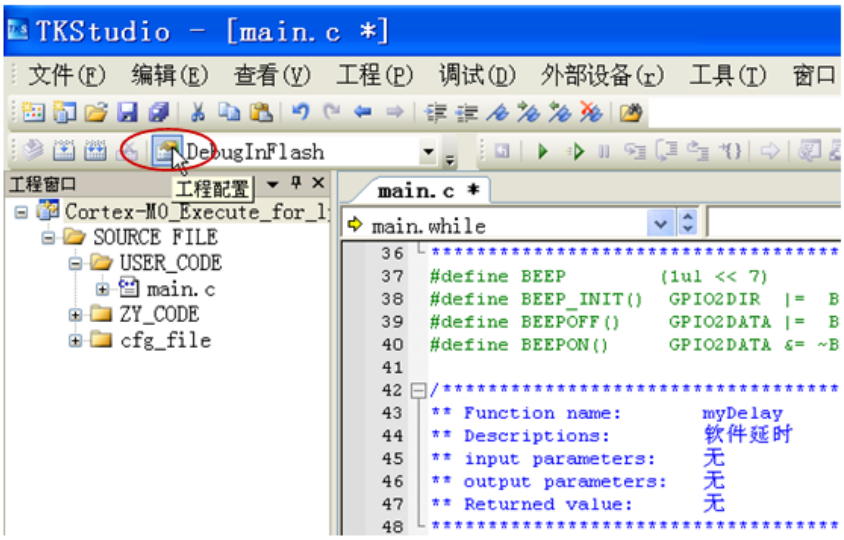


图 4.9 工程配置图标

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

一般情况下，在正确选择微控制器型号（例如 LPC11C14）后，编译环境设置大部分采用默认参数，如图 4.10—图 4.12 窗口所示，用户进行检查即可。

图 4.10　目标设备配置

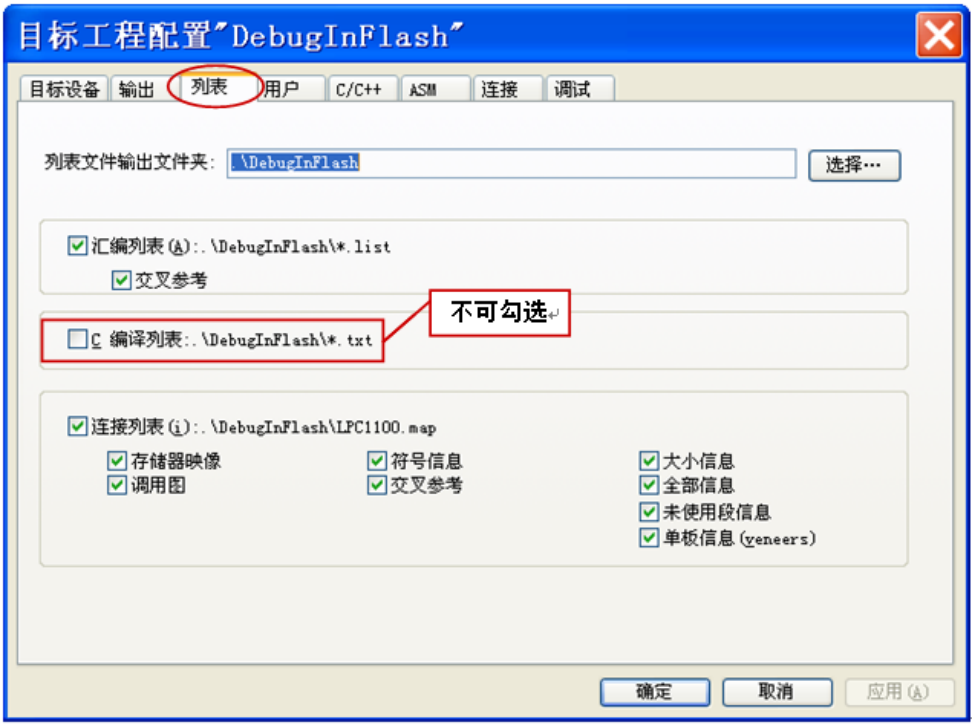


图 4.11　列表选项设置

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

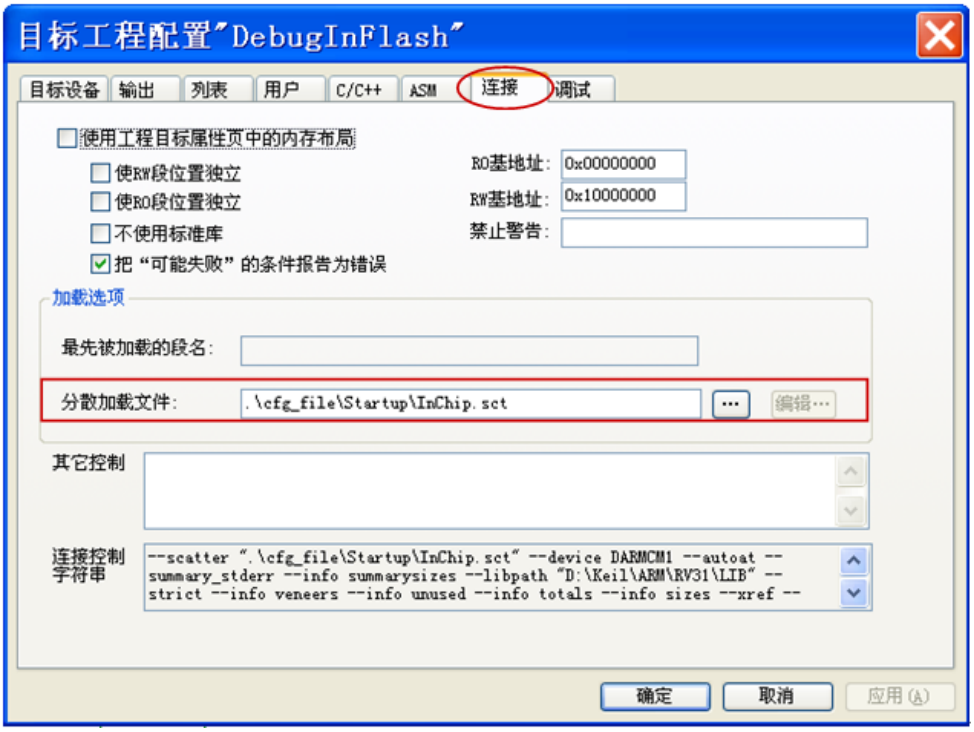


图 4.12　连接选项设置

注意在调试窗口，用户需要进行详细设置。

（1）若选择硬件调试，则需要为目标添加驱动，驱动文件路径与 TKStudio 软件安装路径相关。单击【增加】按钮，弹出窗口如图 4.14 所示，选择驱动类型，由于 TKScope AK100 仿真器属于 AGDI 接口，此处选择【AGDI】类型。

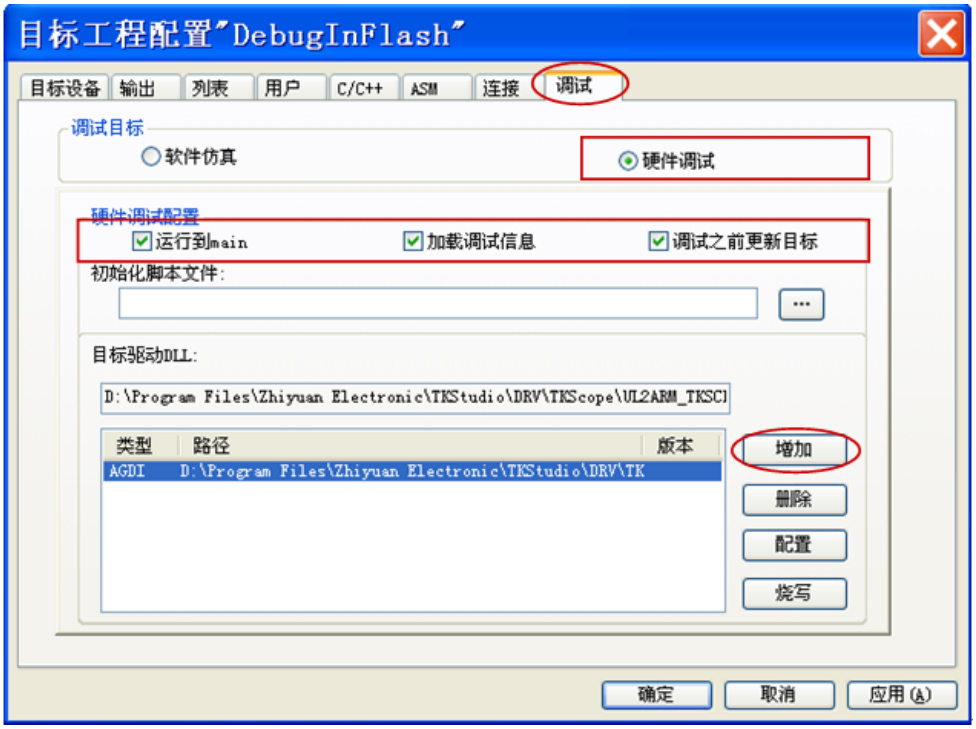


图 4.13　调试选项设置

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

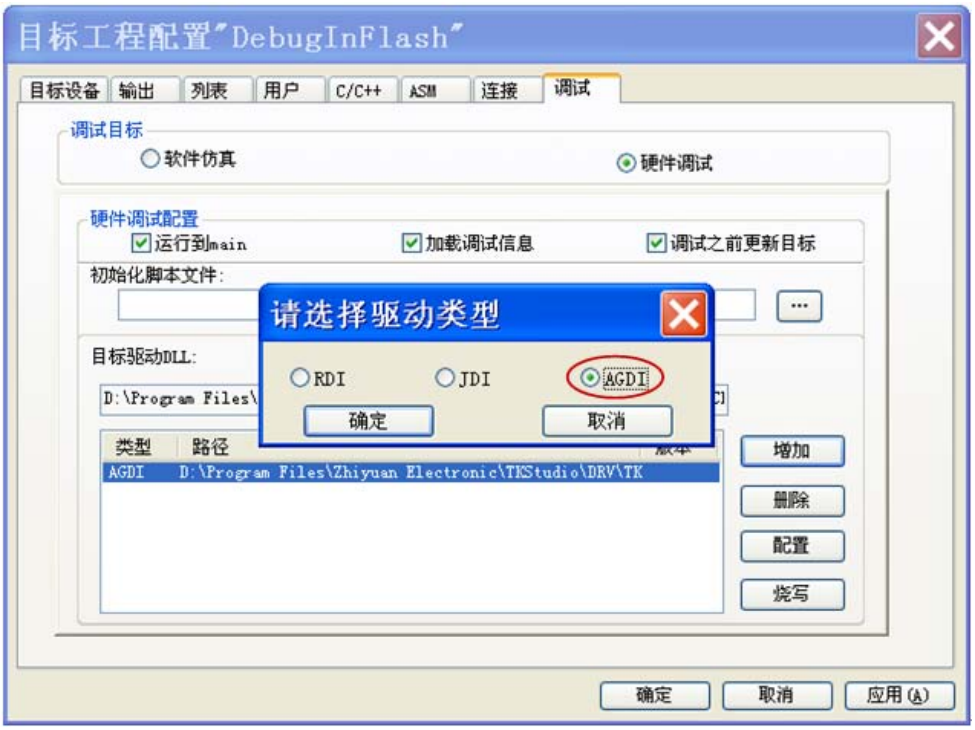


图 4.14　选择驱动类型

（2）在添加文件窗口选择仿真器驱动，TKScope AK100 驱动名称为：UL2ARM_TKSCP_DRV_ARM_for_AGDI.dll，如图 4.15 所示。本示例路径为 D:\Program Files\Zhiyuan Electronic\TKStudio\LPC1100 目录，接着单击“打开”即可。

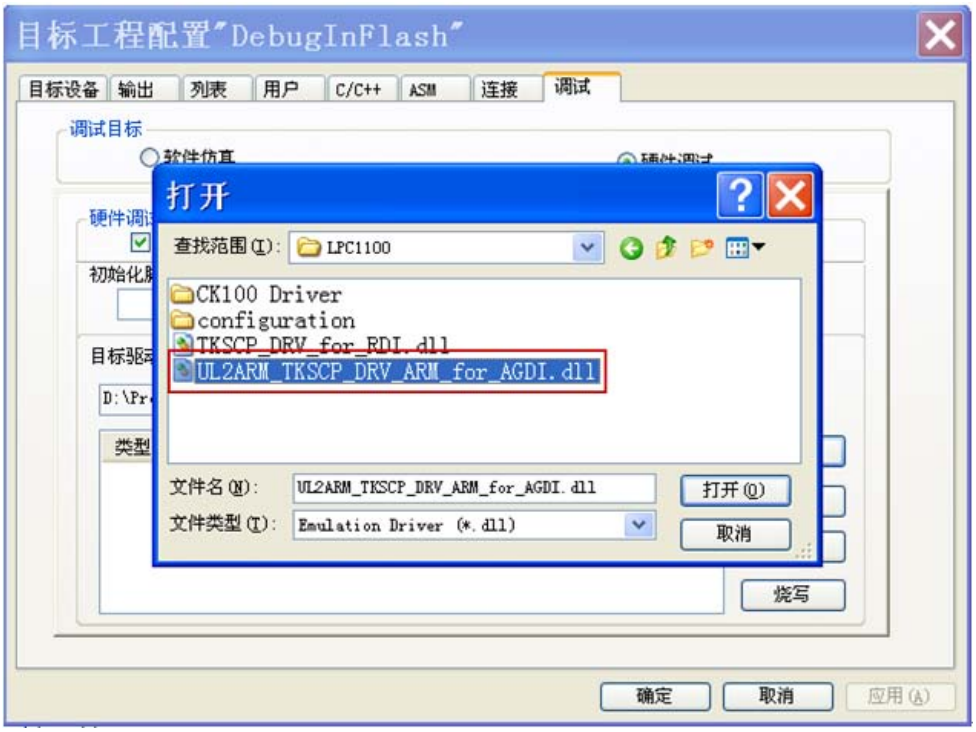


图 4.15　选择驱动

注：TinyM0-CAN 开发板用到所有驱动文件，均在 TKStudio 安装路径下的 LPC1100 文件夹中。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

（3）添加完 TKScope AK100 仿真器驱动后，选中该驱动程序，点击【配置】对仿真器进行参数设置，如图 4.16 所示。

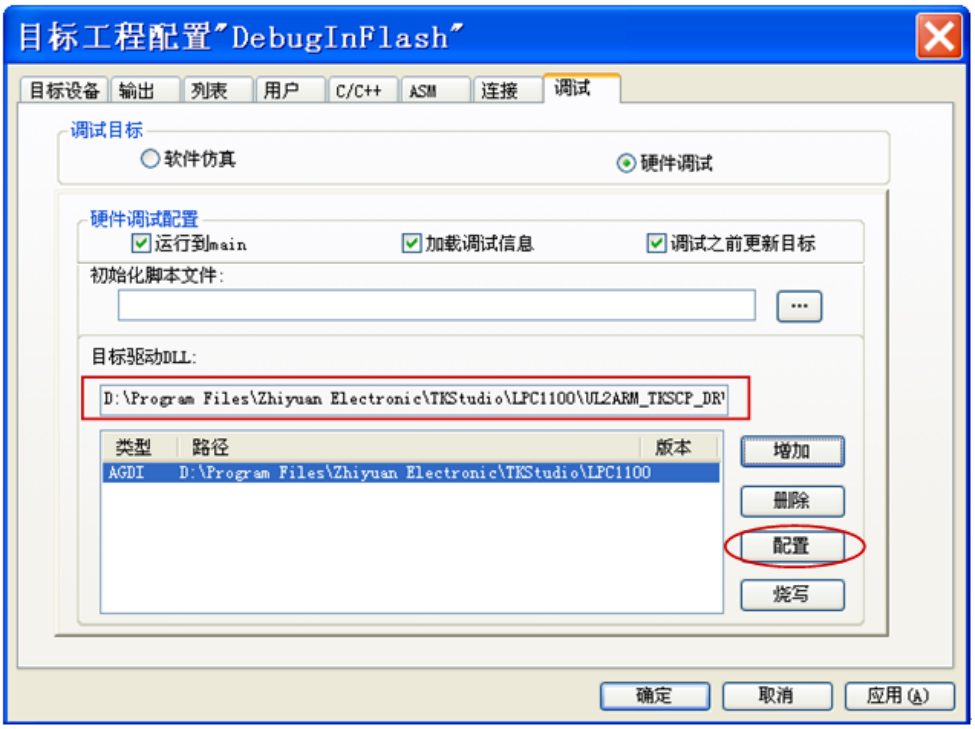


图 4.16　目标驱动配置选项

TKScope AK100 仿真器参数详细配置如下：

- 硬件选择

TKScope AK100 仿真器配置界面如图 4.17 所示，单击【硬件选择】按钮，将弹出图 4.18 对话窗，选择仿真器型号【NXP】->【LPC11C14×301】->【AK100】，完成后点击【确定】。

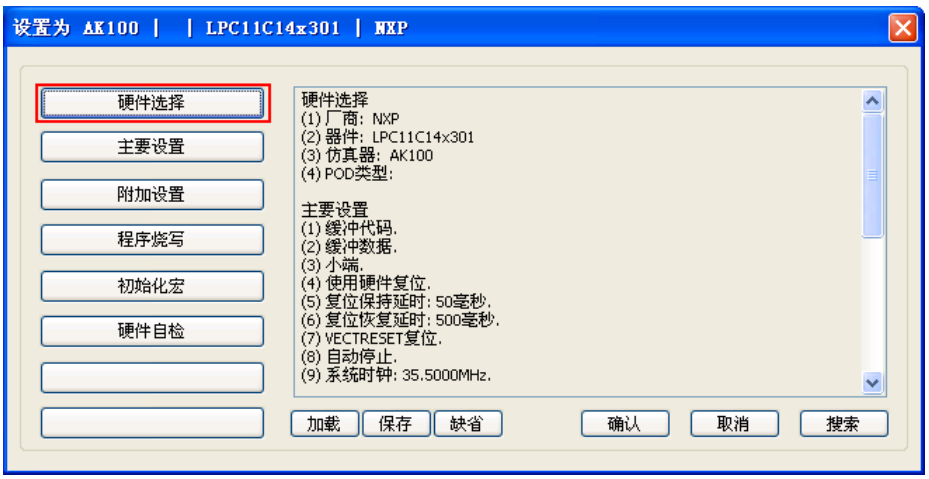


图 4.17　TKScope AK100 配置界面

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

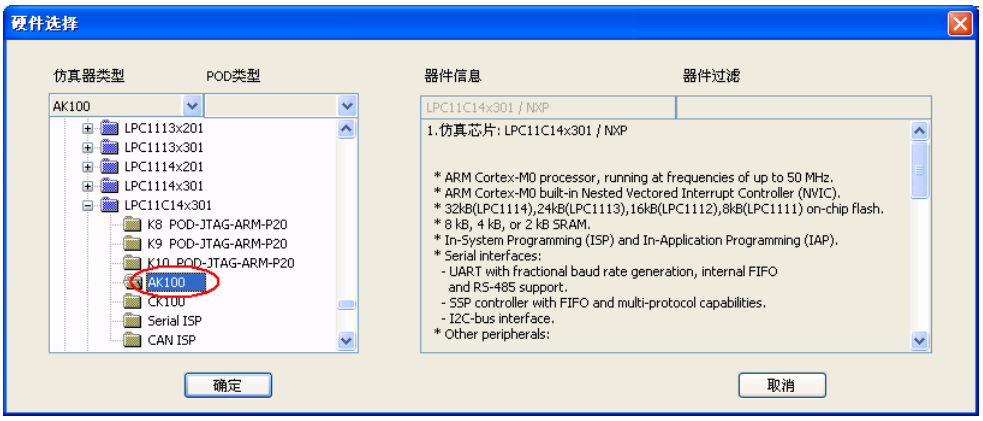


图 4.18　选择仿真器型号

如图 4.19 所示，在 TKScope AK100 仿真器配置界面 点击【搜索】，若弹出如 图 4.20 所示对话框，则表明仿真器硬件工作正常，用户需保存当前配置。

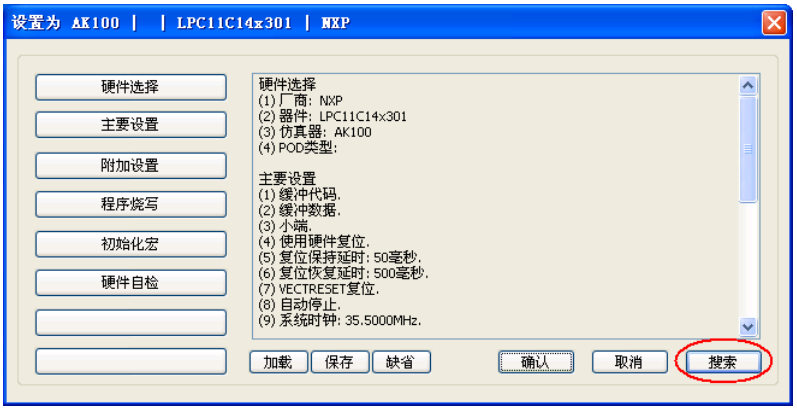


图 4.19　搜索硬件

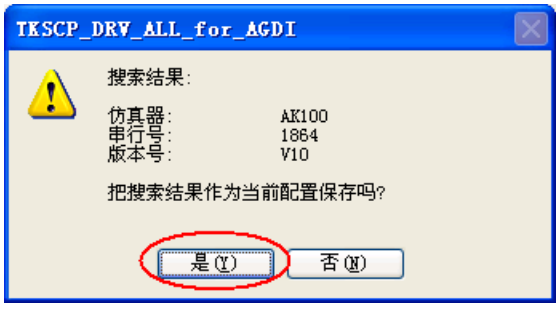


图 4.20　保存配置结果

- 主要设置

在 TKScope AK100 仿真器配置界面 点击【主要设置】，将弹出图 4.21 所示界面，需要用户逐一进行参数配置。**此处必须按照本文要求进行设置，否则仿真器将无法正常工作。**

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 4.21　主要设置

- 附加设置

在 TKScope AK100 仿真器配置界面点击【附加设置】，将弹出图 4.22 所示界面。由于 LPC1100 系列微控制器支持 SWD 调试接口，所以“仿真模式”项选择 SWD 调试。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 4.22　附加设置

- 程序烧写

在 TKScope AK100 仿真器配置界面点击【程序烧写】，将弹出图 4.23 所示对话框。

TinyM0-CAN 开发板的核心控制器为 LPC11C14，内部 Flash 为 32KB，若前面操作 MCU 选择正确，编程算法一栏将默认出现“LPC1100 IAP 32KB Flash”算法。

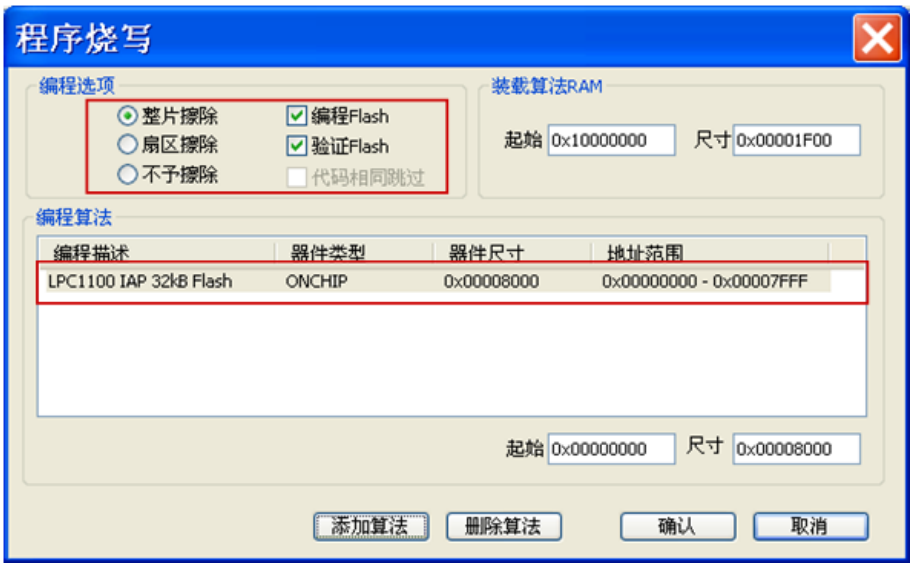


图 4.23　程序烧写

如果接下来程序烧写时，Flash 编程出错则需检查此处。

- 初始化宏

在 TKScope AK100 仿真器配置界面点击【初始化宏】，将弹出图 4.24 所示界面。此窗口采用默认设置，不需用户做修改。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

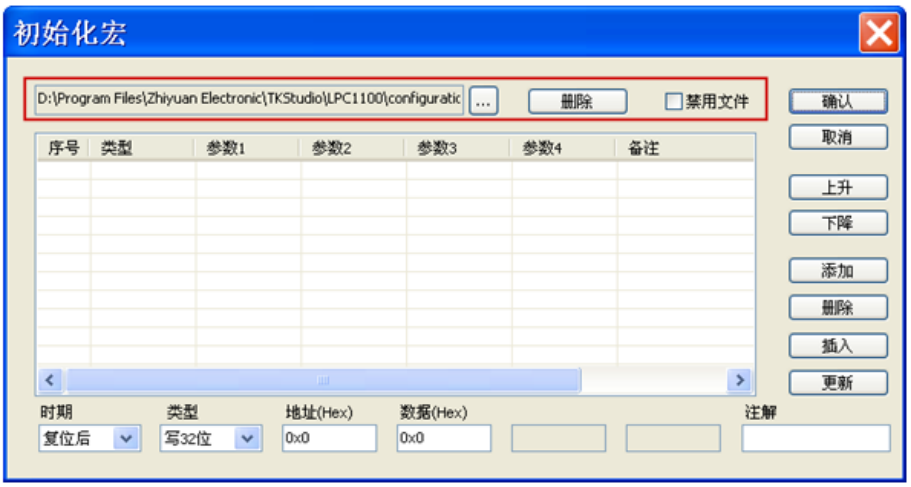


图 4.24　初始化宏

- 硬件自检

在 TKScope AK100 仿真器配置界面点击【硬件自检】，将弹出一个显示界面，单击【开始】按钮，若硬件初始化成功，则界面如图 4.25 所示。

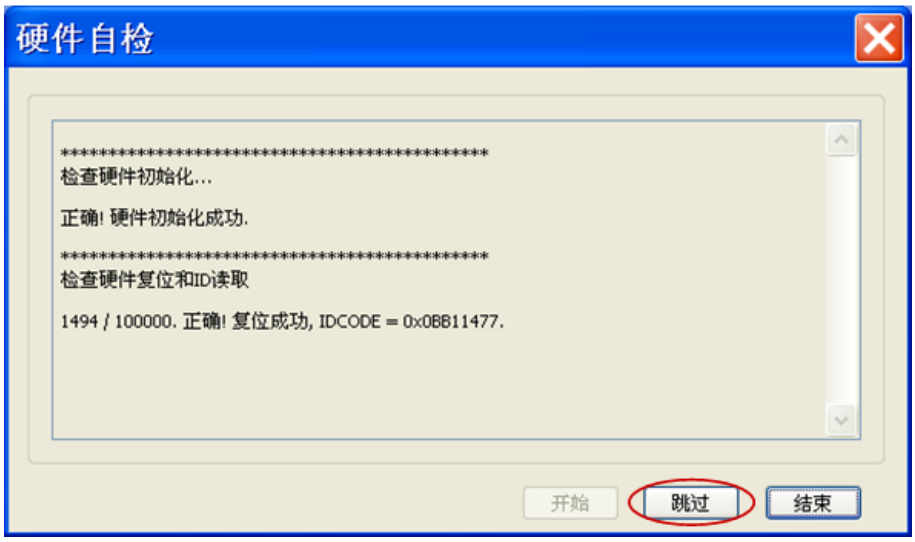


图 4.25　硬件自检

仿真器在硬件自检时，将读取 10000 次芯片的 ID CODE，以保证通信可靠性。由于此操作耗时较长，一般情况下，不需等待其读取完毕，可直接点击【跳过】按钮，开始内部 SRAM 的自检操作，如图 4.26 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

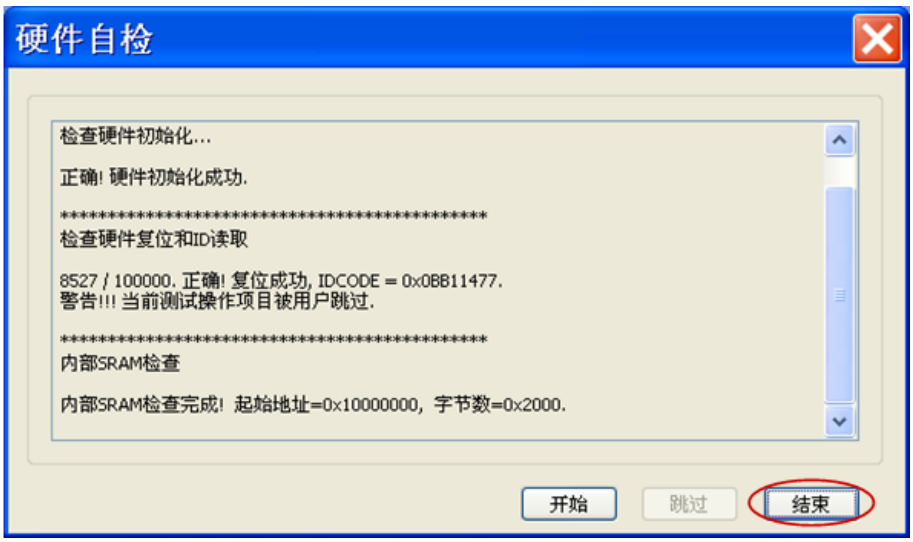


图 4.26　硬件自检完毕

在芯片硬件自检完成后，点击【结束】按钮，至此即完成了 TKScope AK100 仿真器的配置工作。

注意，第一次配置完成后，关闭工程时需对当前配置进行保存。

3.　调试第一个程序

在仿真器配置完成后，返回到 TKStudio 开发环境界面，GPIO_BEEP 工程主函数的源代码如程序清单 4.1 所示。

程序清单 4.1　GPIO 控制蜂鸣器鸣叫

```
#include "..\config.h"
/*********************************************************************************************************
宏定义
*********************************************************************************************************/
#define BEEP            (1ul << 7)
#define BEEP_INIT()   GPIO2DIR   |=   BEEP                    /*   蜂鸣器初始化                */
#define BEEPOFF()     GPIO2DATA |=   BEEP                     /*   蜂鸣器关                    */
#define BEEPON()      GPIO2DATA &= ~BEEP                      /*   蜂鸣器开                    */
/*********************************************************************************************************
** 函数名称：  myDelay
** 函数描述：  软件延时
** 入口参数：  无
** 出口参数：  无
*********************************************************************************************************/
void myDelay (INT32U ulTime)
{
    INT32U i;
```


©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

```
    i = 0;
    while (ulTime--) {
        for (i = 0; i < 5000; i++);
    }
}
/*********************************************************************************************
** 函数名称：  main
** 函数描述：  BEEP测试程序，短接P2.7 与BEEP（基于EasyCortexM3-1300 开发板）
** 入口参数：  无
** 出口参数：  无
*********************************************************************************************/
int main (void)
{
    targetInit();                                   /*  初始化目标板，切勿删除      */
    pinInit();                                      /*  引脚初始化                  */
    SYSAHBCLKCTRL |= (1ul << 6);                    /*  使能GPIO模块时钟            */
    BEEP_INIT();
    while (1) {
        BEEPON();
        myDelay(400);
        BEEPOFF();
        myDelay(400);
    }
}
```

（1）选择 DegugInFlash，程序代码将下载到片内 Flash 中，然后点击编译链接工具条对 GPIO_BEEP 工程进行编译，如图 4.27 所示。

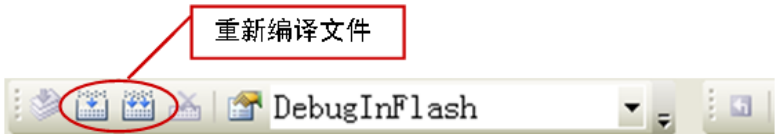


图 4.27　重新编译文件

（2）编译完成后，点击 Debug 调试工具，如图 4.28 所示，启动 TKStudio 调试。在进入调试环境前，需要先对 Flash 进行编程，如图 4.29 所示。

图 4.28　进入调试环境

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

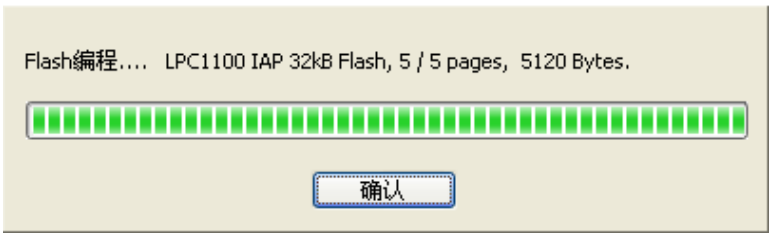


图 4.29 Flash 编程

（3）进入调试环境后，光标将停止在 main 函数，如图 4.30 所示。此时用户可通过观察反汇编确认代码是否已经下载到芯片中，单击如图 4.31 所示的“Disassembly”。

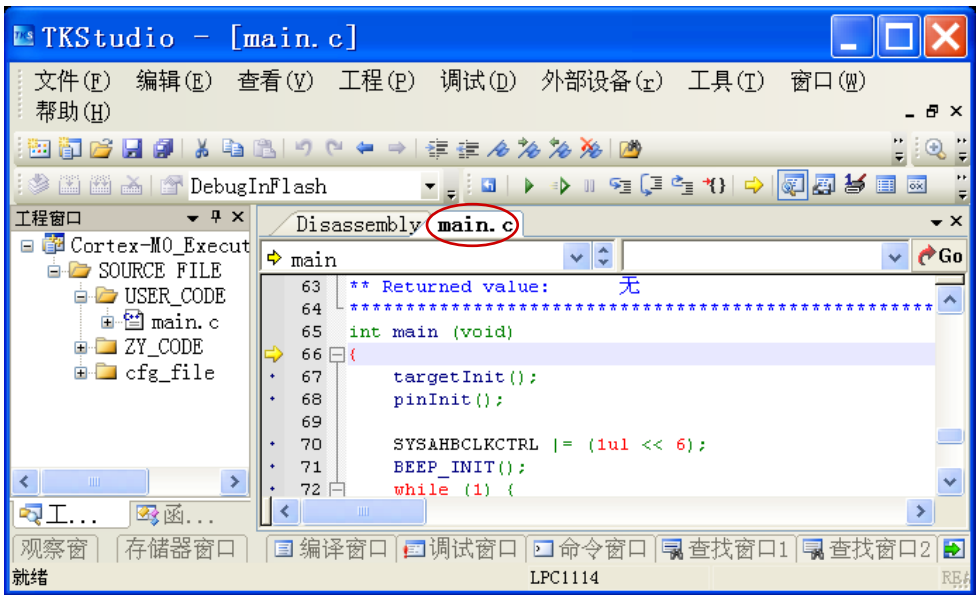


图 4.30 程序进入调试环境后现象

如果代码下载成功，则可得到如图 4.31 所示的结果，可以看到 C 代码中间插入了汇编代码，用户可以进行分析。但如果反汇编的结果全部是“0”或者“F”，或者全部汇编语句都是相同的，则说明程序没有下载进去，需要重新下载。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

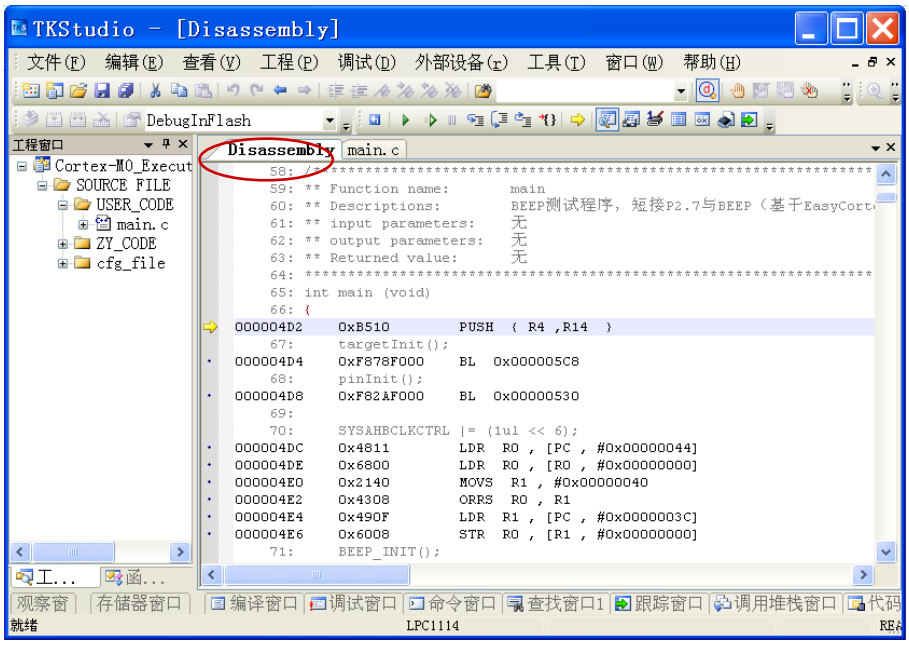


图 4.31　查看反汇编

（4）点击全速运行图标，如图 4.32 所示，即可听到蜂鸣器周期性鸣叫（或者用户自行设计底板的其它实验现象）。

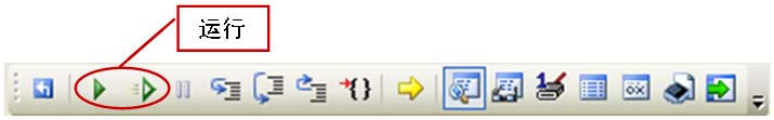


图 4.32　全速运行图标

（5）若停止程序运行，则需点击如图 4.33 所示得“停止”图标。

图 4.33　停止图标

（6）如果选择“DebugInFlash”调试目标，则程序会下载到片内 Flash 中，断开电源后重新上电，程序可以脱机运行，此时芯片没有被加密。

（7）**当选择“Release”目标时，将对 LPC1100 芯片进行加密。注意，LPC1100 芯片具有三种加密级别，其中第三级加密为 OTP 加密，加密后芯片再也无法擦除，调试中且勿使用。**

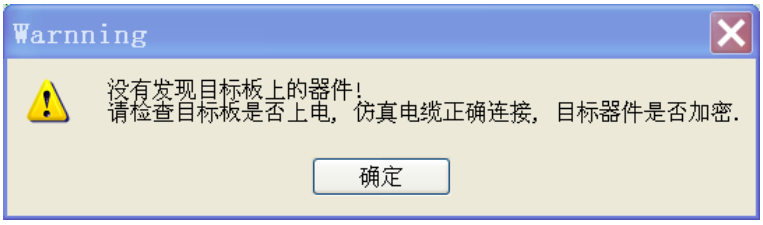


图 4.34　芯片加密提示

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

LPC1100 的软件模板默认为第二级加密，芯片加密后，将弹出如图 4.34 所示提示窗口。加密的芯片只能使用 ISP 方式进行整片擦除后，才能恢复 SWD 调试及 ISP 读/写功能。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

5. K-Flash的使用

5.1 概述

K-Flash 是由广州致远电子有限公司开发，集成在 TKStudio 开发环境内的在线烧写工具，主要用于 Flash 烧写，具有文件烧写与校验、数据擦除和数据读取等功能。K-Flash 工具路径如图 5.1 所示。

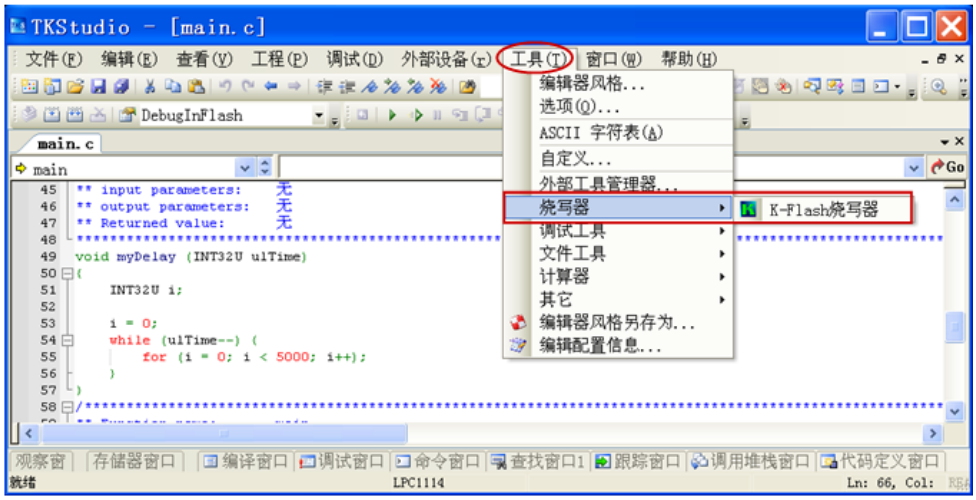


图 5.1 K-Flash 烧写器

K-Flash 具有以下特点：

- 工程化配置，操作简单、方便、快捷；
- 支持 TKScope 全系列通用仿真器；
- 支持 ARM、51、AVR 等多种内核；
- 支持一次烧写多个文件，操作更快捷；
- 支持 bin 文件、hex 文件、elf 文件等多种类型的文件；
- 支持片内 Flash 和片外 Flash 烧写(NOR/NAND/SPI 等)；
- 具备烧写校验功能，验证烧写是否正确，可详细查看每一处差异；
- 多种 Flash 烧写操作，可以进行擦除和读取等操作；
- 具有独立的数据擦除功能，可指定扇区进行擦除，操作更简捷；
- 支持 ISP 擦除操作；
- 具有独立的数据读取功能，可指定地址范围进行读取，支持一步到位打开读取出的数据；
- 保存配置到工程文件中，免除繁琐重复的配置操作；
- 支持各大半导体公司的芯片烧写，内置多种芯片的默认配置；
- ARM 内核烧写算法文件公开，用户可自行添加 Flash 算法。

5.2 K-Flash操作

5.2.1 HEX文件烧写

在 TKStudio 集成开发环境下运行 K-Flash，主界面如图 5.2 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 5.2　K-Flash 主界面

使用 K-Flash 进行烧写，擦除，读取等操作之前，必须对设备进行配置，不同内核的芯片设备配置也不同。本文只介绍 ARM 芯片的设备配置，AVR、51 等其它芯片的设备配置请以参考 TKScope 仿真器用户手册。

1.　设备配置

点击 K-Flash 主界面上的【设备配置】按钮，将弹出一个对话框，如图 5.3 所示。

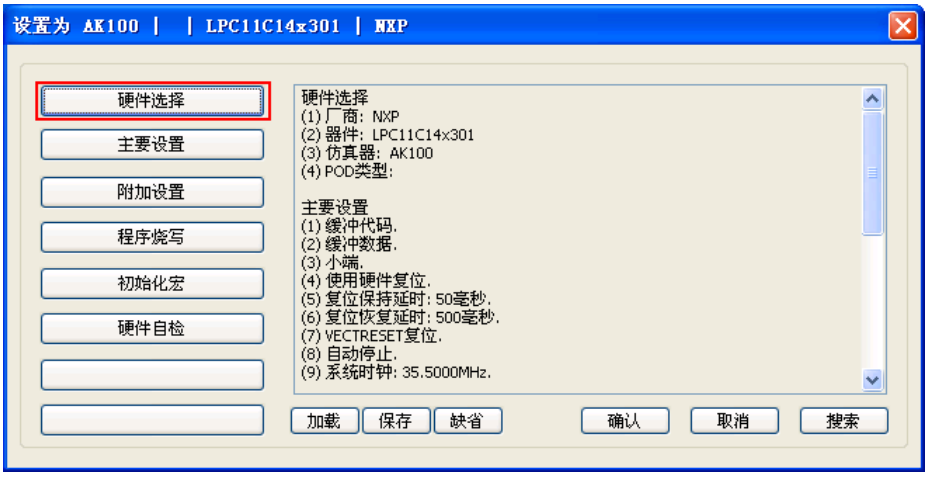


图 5.3　设备配置

点击【硬件选择】进入如图 5.4 所示的界面，此时必须正确选择当前烧写的芯片型号和仿真器类型，配置方法与本文 4.4 小节的仿真器配置完全相同。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

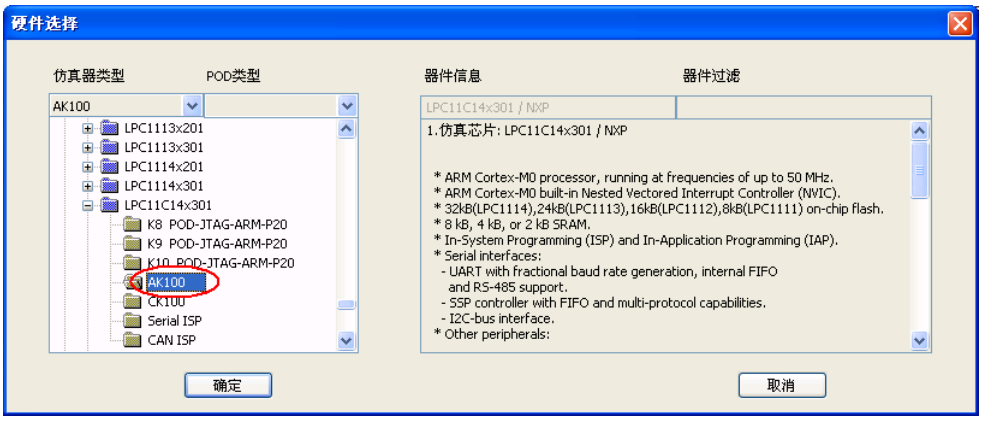


图 5.4　选择仿真器型号

除需设置【硬件选择】一项之外，【程序烧写】一项也需用户对其进行设置，点击【程序烧写】按钮将弹出界面如图 5.5 所示。

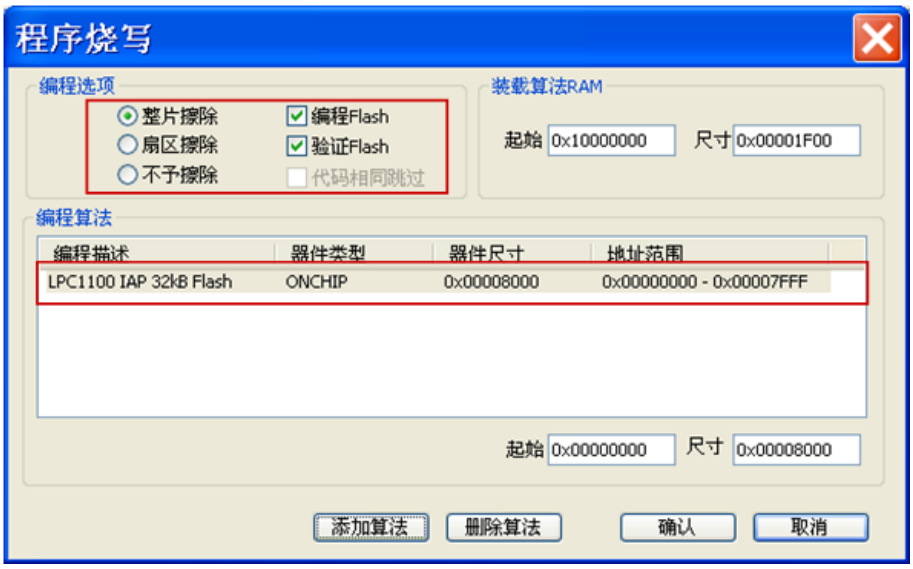


图 5.5　程序烧写

（1）　Flash 编程设置

- 整片擦除：程序下载到 Flash 前擦除全部 Flash 空间；
- 扇区擦除：根据下载需要擦除相应的扇区空间；
- 不予擦除：不进行 Flash 擦除。

（2）　装载算法 RAM

- 起始：可用的 RAM 起始地址，用户一般不需要修改；
- 尺寸：当前 RAM 的尺寸，给定的数值可以满足用户需要，适当减小可加快烧写速度。

（3）　Flash 编程算法

- 起始：当前算法文件描述器件的起始地址；
- 尺寸：当前算法文件描述器件的尺寸。

（4）　编程算法文件的操作

- 添加算法：添加用户指定的编程算法文件。具体方法：点击【添加算法】按钮，

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

出现一个打开对话框，找到并选择要添加的算法，点击【打开】按钮，算法将添加到编程算法列表框中。如果要添加多个算法，重复上述步骤，一一添加即可（最多可添加五个算法）；

- 删除算法：删除当前选择的算法。该操作对系统默认的算法无效。

2. 烧写

设备在配置完成后即可进行烧写、检验、擦除和读取等操作。在 K-Flash 软件主界面上的烧写功能区，分别设置烧写文件和目标地址两项（只有 bin 类型的文件需要设置目标地址，其它类型的文件不需要设置），点击【烧写】按钮后即可下载代码，同时将弹出一个程序烧写的进度条，如图 5.6 所示。

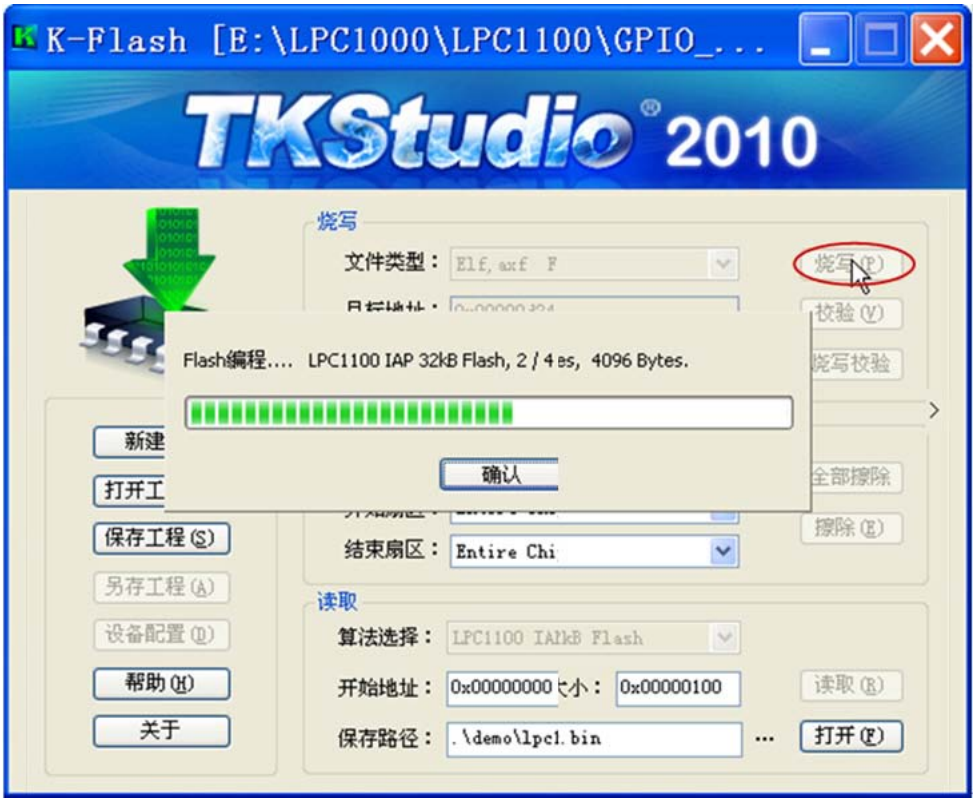


图 5.6 代码烧写

3. 校验

烧写完成后，点击“校验”按钮，开始对烧写的数据进行校验，如果直接点击【烧写校验】按钮，则烧写之后将自动进行数据校验。

5.2.2 ISP擦除

LPC1100 系列芯片被加密后，可使用 K-Flash 软件通过 ISP 方式对芯片进行全面擦除。ISP 擦除需要通过微控制器 UART0 进行，下文将对其硬件连接及软件设置进行详细的说明。

1. 硬件连接

使用串口延长线，将目标板的串口引脚（RXD-P1.6、TXD-P1.7）和 PC 机的串口相连，并将 LPC1100 的 ISP 引脚（P0.1）短接到地（DGND）。

注意：芯片串口与 PC 机串口需要通过 RS-232 电平转换芯片连接，不可直连。

2. 软件设置

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

点击 K-Flash 主界面【设备配置】->【硬件选择】，弹出窗口如图 5.7 所示，然后选中【NXP】->【LPC11C14x301】下拉菜单中的【Serial ISP】选项，点击【确认】按钮后弹出图 5.8 所示窗口。

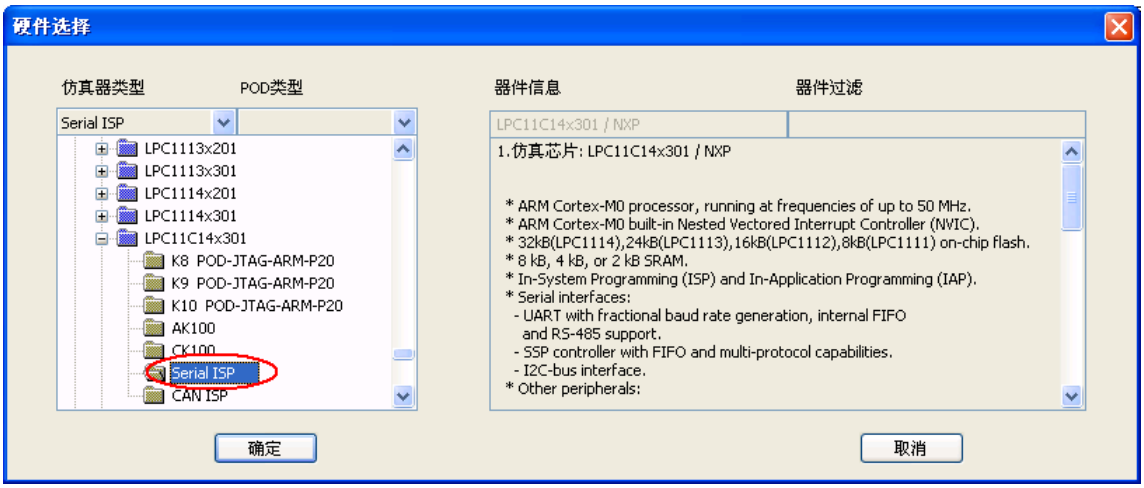


图 5.7　选择 Serial ISP

图 5.8　ISP 主要设置

串口参数设置如图 5.9 所示，【通讯端口】需要选择 PC 机当前空闲端口，【波特率】建议选择 115200 或以下，【时钟】默认为 12MHz，设置完成后点击【确定】。

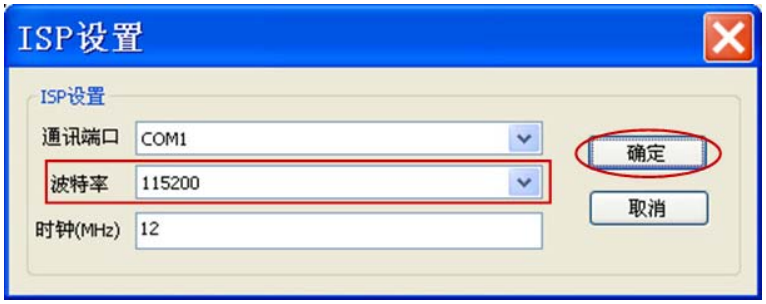


图 5.9　ISP 设置窗口

ISP 设置完成后，在 K-Flash 主界面点击【全部擦除】按钮，如图 5.10 所示。若硬件连

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

接及软件设置无误，将弹出如图 5.11 所示进度条，芯片将进入擦除状态，擦除成功后 K-Flash 将显示如图 5.12 所示界面。

注意：对于加密的芯片必须选择【全面擦除】，擦除掉所有扇区。

图 5.10　ISP 设置窗口

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 5.11　ISP 全面擦除

图 5.12　ISP 擦除成功

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

3. ISP常见问题

在使用 K-Flash 软件进行 ISP 操作时，若弹出如图 5.13—图 5.14 所示的错误警告窗口，检查及解决方法建议如下。

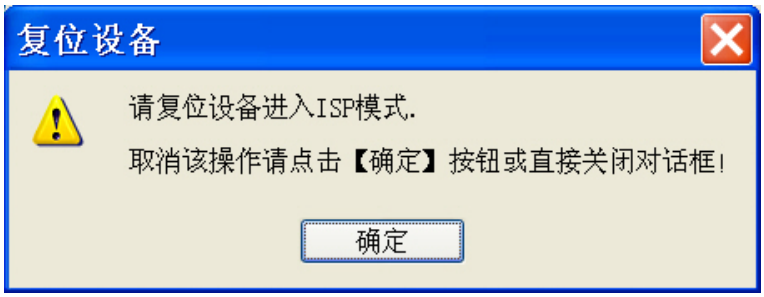


图 5.13 ISP 错误警告一

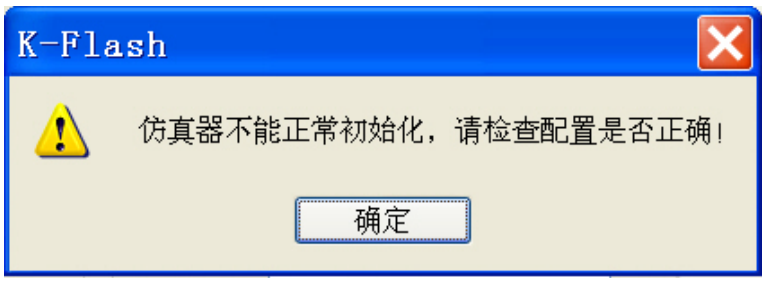


图 5.14 ISP 错误警告二

- 检查 PC 机串口

首先需要确认PC机的串口可以正常工作。用户可以通过短接PC串口的RXD和TXD线，打开上位机串口调试软件进行自发自收测试确定PC机的串口可以正常工作。

- 检查器件连接

检查PC机串口与芯片UART0口之间的连接是否正确，然后再次确认开发板的ISP跳线**是否已短接。**

- 重启系统

将系统重新上电，复位后使芯片重新进入 ISP 模式。

- 调整串口波特率

引起擦除失败也可能是自动波特率测试不准确，建议改变串口波特波后进行尝试，将波特率调整为“115200”或更低。注意，每次选择重新擦除**前**需要重启系统。

- 反复多次操作

有可能是串口通信受到干扰或不稳定，建议进行多次尝试。注意，每次选择重新擦除**前**需要重启系统。

- 更换电脑

ISP 擦除失败**也可能是由于**K-Flash软件的兼容性问题，在某些操作系统下或者在安装了某些软件的情况下可能会导致该软件不能正常工作，可尝试更换电脑。

- 更换芯片

如果以上方法始终不能成功擦除芯片的话，判断是否芯片损坏，建议更换芯片。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

6. 串口调试助手

6.1 概述

TKS_COM 是由广州致远电子有限公司开发，集成在 TKStudio 开发环境内的串口调试工具。TKS_COM 除具备一般串口调试工具的基本功能外，还具有对多串口的实时监控、桥接、多播和数据过滤等功能。TKS_COM 工具路径如图 6.1 所示。

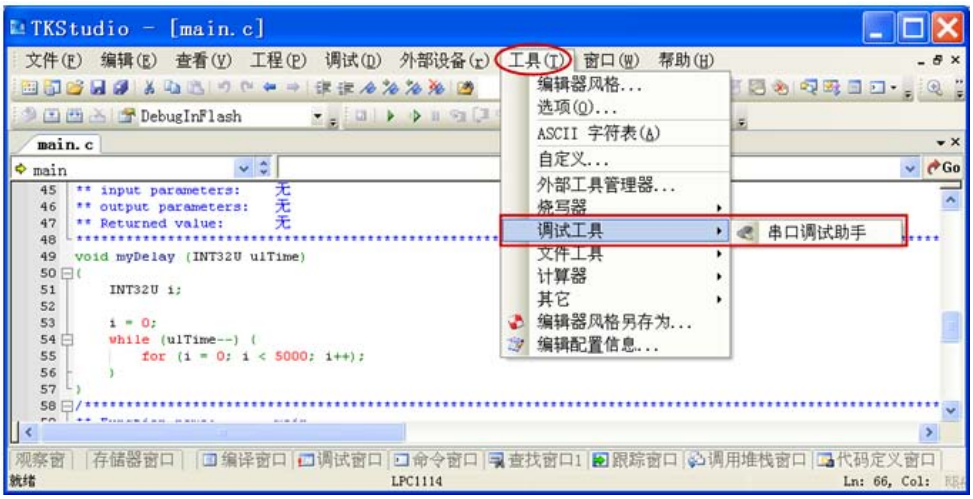


图 6.1 TKS_COM 串口调试助手

TKS_COM 串口调试助手功能特点：

- 能够自动识别当前 PC 机上的所有串口；
- 保存配置信息，方便下次使用；
- 发送接收数据，支持中文、ASCII 和 HEX 三种格式；
- 支持字符串的单次发送和循环发送；
- 支持对接收数据实时保存；
- 支持发送文件；
- 支持终端调试；
- 能够对多串口进行实时监控，并提供任意串口对之间的桥接功能；
- 支持串口广播以及定时广播；
- 支持对接收数据进行过滤操作。

6.2 TKS_COM操作

在 TKStudio 集成开发环境下运行 TKS_COM 串口调试助手软件，主界面如图 6.2 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

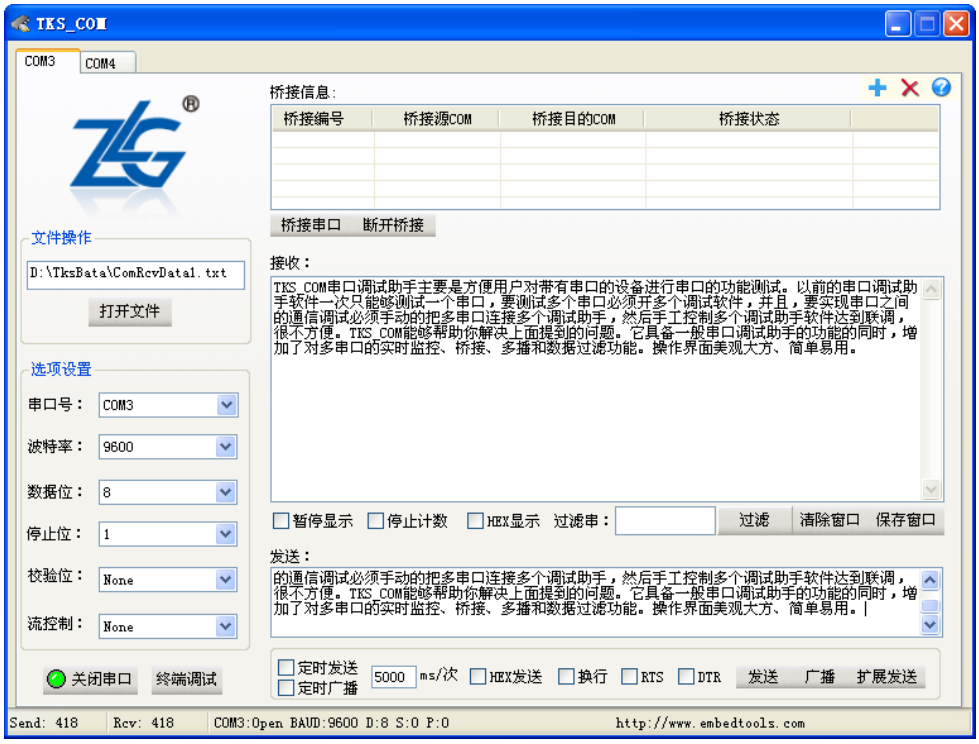


图 6.2　串口调试助手主界面

1.　打开/关闭串口

点击 TKS-COM 主界面左下角的【打开串口】按钮即可打开已选定的串口，同时“打开串口”字样将变为“关闭串口”，再次点击后将关闭相应的串口。

若第一次打开 TKS-COM 软件，会在 TKS-COM 的同级目录下生成一个名为“TKS-COM.ini”的配置文件，第二次打开 TKS-COM 时将采用默认的配置信息。

2.　发送文件

TKS-COM 支持文件发送功能，一定程度上提高了批量数据发送的速度。

点击 TKS-COM 主界面中的【打开文件】按钮，选择要发送的文件，然后分别设置数据包的大小与时间间隔，点击【发送】即可开始发送目标文件，这时将显示文件发送的进度等参数，示例应用如图 6.3 所示。

图 6.3　发送文件

3.　发送与接收数据

在 TKS-COM 发送窗口编辑完数据后，点击【发送】按钮即可开始数据传输，接收区用于显示串口接收到的数据。

示例为同一台 PC 机上的两个串口进行通信，发送与接收数据显示如图 6.4 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

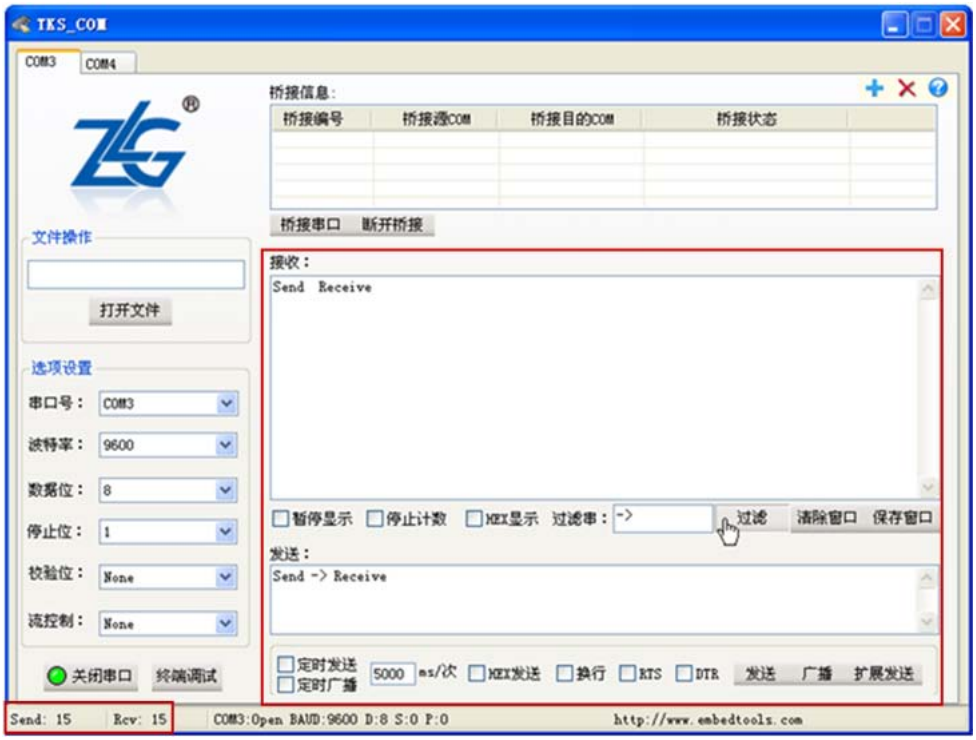


图 6.4　发送与接收数据

对于发送和接收的方式可分别设置，具体如下：

- 可以定时发送或定时方播；
- 可以设置发送或接收的数据格式，以 ASCII 或 Hex 格式发送或接收；
- 可以进行多行发送；
- RTS/DTR 选项可以实现发送数据的电平控制；
- “广播”可以将发送区的数据广播到所有打开的串口；
- “扩展发送”可以进行多字符串发送。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

7. 相关PC软件使用

7.1 图片下载软件

“图片/Flash 助手”是一款专门为 TFT 电梯外呼板的开发而设计的上位机软件。它可以将一些常用格式的图片转换成嵌入式系统需要的数据格式，也可以方便提取多种字符集的多种字体的字模。同时，还可以对一些指定型号的串行 Flash 芯片进行读取 ID，按整片或扇区擦除和查空 Flash，并可使用 BIN 文件对 Flash 芯片进行编程。当然，要实现对串行 Flash 芯片的编程需要相关的硬件下载设备与目标 Flash 芯片连接。该上位机软件与硬件下载器是配套使用的，共同完成在 TFT 电梯外呼板设计过程中的工作。它主要有如下几种功能：

- 支持常用图片格式：*.gif; *.jpg; *.bmp; *.png; *.jpeg; *.exif; *.tiff; *.ico; *.wmf; *.emf;
- 可以设置屏幕大小，并根据需要对图片进行缩放或拉伸；
- 支持真彩色的批量图片同时转换；
- 支持多种扫描方式；
- 输出多种颜色级别；
- 可保存为 C 语言数组，二进制 BIN 文件，BMP 文件和字符图文件（只用于单色位图）等四种格式；
- 对于真彩色可以调整 RGB 三种颜色的输出顺序；
- 支持大端、小端两种输出方式；
- 可对图像进行旋转、镜像、反色等处理，并可立刻看到处理效果；
- 支持 ANSI, GB2312, CHINESE BIG5 三种字符集的各种字体字模的提取；
- 支持 MX25L1605D 型号的串行 Flash 芯片的 ID 读取，擦除，查空和 BIN 文件编程。

7.1.1 图片转换界面介绍

图 7.1 图片/Flash 助手图片转换界面

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图片下载工具——图片/Flash 助手的运行界面如图 7.1 所示，从左至右依次为设置区，原始图片视图区，转换图片预览区和工具栏区。下方为状态栏。

1. 设置区

设置区包括屏幕尺寸设置、扫描设置、图形输出设置等。

1. 屏幕尺寸设置：屏幕宽度与高度设置；
2. 扫描设置：对扫描模式及扫描方向进行设置；
3. 图像输出设置：包括输出灰度、输出格式、输出颜色顺序、是否包含头数据和输出大小端设置。

2. 原始图片视图区

显示原始图片。

3. 转换图片预览区

显示执行相应转换选项后的预览图片。

4. 工具栏区

工具栏区主要是一些对图片进行处理的设置按钮，并且大多数的按钮还有对应的快捷键，通过快捷键可以执行相同的操作，各个按钮的说明如表 7.1 所示。

表 7.1 工具栏按钮说明

按钮	说明	快捷键
	打开图像文件	Ctrl+O
	提取字模	Ctrl+T
	保存图像数据	Ctrl+S
	实际大小	Ctrl+R
	适应屏幕	Ctrl+V
	全屏显示	Ctrl+F
	逆时针旋转	]
	顺时针旋转	[
	水平翻转	无
	垂直翻转	无
	颜色反转	无
	打开帮助	F1

5. 状态栏

图 7.2 状态栏

状态栏在软件运行界面的正下方，如图 7.2 所示。左栏显示打开的图片路径或者提取字模的字体；中栏显示输出图片的尺寸；右栏正常情况不显示，当窗口太小时会显示“⚠”，表示窗口无法真实显示转换图片大小。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

7.1.2 字模提取界面

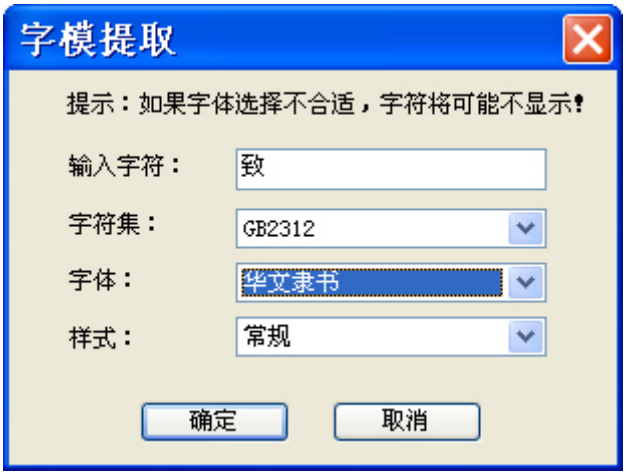


图 7.3　字模提取对话框

点击字模提取按钮或者按下快捷键 Ctrl+T，可以打开提取字模的对话框，如图 7.3 所示。在字模提取对话框提供用户输入字符，设置字符集、字体和样式的选项。设置好之后点击确定，即可在图片转换界面中看到提取结果，如图 7.4 所示。获取字模以后，在应用中就可以像处理图片一样处理字模数据了。

图 7.4　字符提取结果

7.1.3 Flash操作界面

完成 Flash 的操作是需要硬件下载工具支持的，本软件配套提供 TFT 电梯外呼板专用下载器，用于对 Flash 存储器的操作，实物图如图 7.5 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 7.5　Flash 下载工具硬件

在图片下载工具——图片/Flash 助手运行界面下，点击左上角的“Flash 操作”选项卡，可以切换到操作串行 Flash 的界面，如图 7.6 所示。在 Flash 操作页面，软件界面分为 Flash 芯片信息区，擦除与查空区和 Flash 编程区三部分，各个部分共同完成对 Flash 的操作。需要注意的是，在写 Flash 的时候，必须先将写地址所在的扇区擦除，否则写入的数据很有可能是错误的。

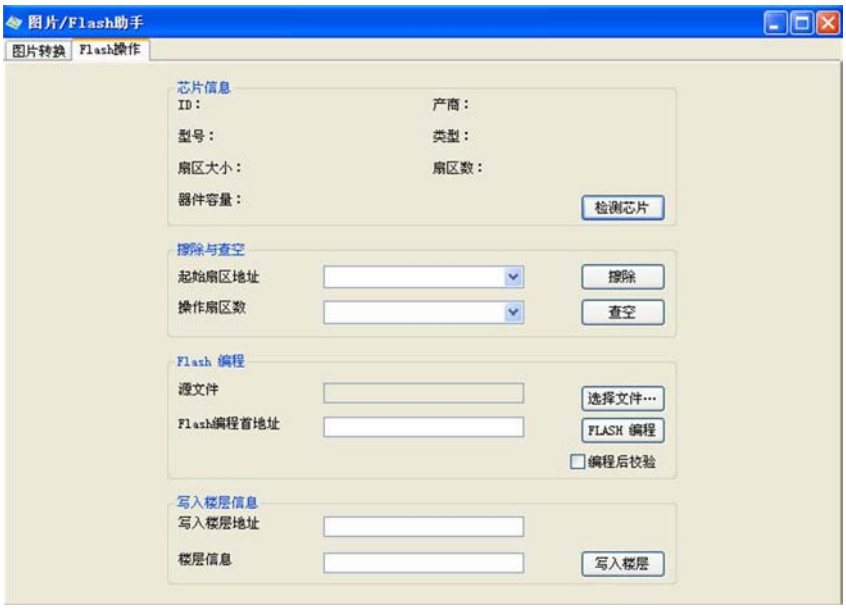


图 7.6　Flash 操作界面

7.1.4 在TFT电梯外呼板中的应用

要完成 TFT 电梯外呼板的界面显示，就需要先设计液晶显示的图片。一个显示的例子如图 7.7 所示，图中显示的的图像包括显示背景、电梯运行方向、轿厢当前所在的楼层等，这些图像数据都是存储在微控制器外部扩展的串行 Flash 中。开发者可以根据自己的爱好来设计不同背景、不同特点的显示图案。但是有一个共同点，显示图片的像素长宽比最好与实际液晶屏一致，即为 480x272。这样才不至于在显示图片时，造成图片扭曲变形，显示效果变差。同时，在设计运行方向箭头等小图片时，需要记录每张小图片在屏幕中显示时起始像素在屏幕中的坐标。例如，图 7.8 中，可以计算出电梯运行方向箭头在液晶屏幕中显示的位置。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

图 7.7　TFT 电梯外呼板显示界面

图 7.8　确定方向箭头显示的坐标位置

为了能够完整显示电梯外呼板中需要的信息，就需要存储需要的很多张图片。同时为了液晶显示刷屏速度的提高，每一张图片不可能都占用整个屏幕的像素大小，比如电梯运行方向箭头，需要更新的时候就仅仅刷新这个箭头的范围，而其它的不变。正是因为如此，也就需要存储更多的图片。比如，在楼层的显示中，显示一位数与两位数的每位数字的图片背景是不同的，所以就需要分别存储一位数，两位数的个位、两位数的十位等信息。需要显示的所有图片信息如图 7.9 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

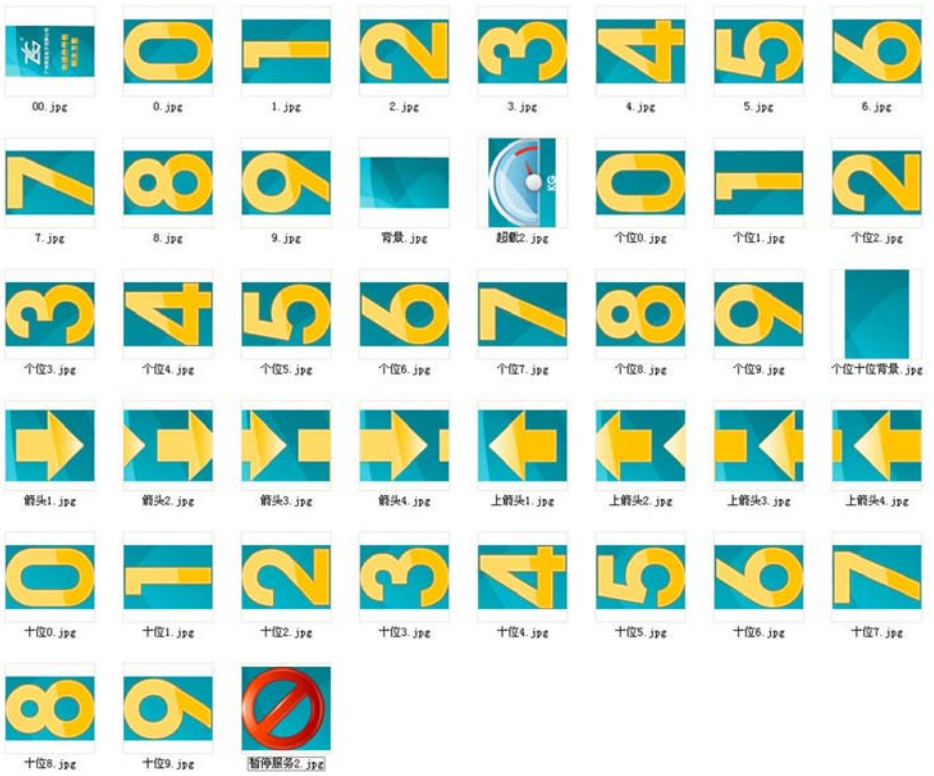


图 7.9　TFT 电梯外呼板中需要存储的图片

要将这些图片在液晶屏幕上显示出来，需要将它们的图片像素数据提取出来，并存放到与微控制器连接的串行 Flash 中。同时，还要知道每一张图片在 Flash 中存储的偏移地址。这就需要使用本节介绍的图片下载工具——图片/Flash 助手来按照指定的格式提取图片的像素数据。由于这里提取像素数据的图片比较多，如果一张一张地对图片处理，肯定会比较繁琐，而且还要计算每一种图片的偏移地址。向 Flash 中下载也就更麻烦了，这么多的图片要一张一张地下载，而且每一次还要指定不同的偏移地址。一旦有一张地址输入错误，很可能整片 Flash 需要擦除并重新开始下载。幸运的是，图片/Flash 助手支持批量图片的转换，并合并生成一个 bin 文件，同时还会生成一个 txt 文件，用于说明生成的图片信息，并指明每张图片在整个 bin 文件中的偏移地址。需要注意的是批量转换时这些批量的图片一定要存放在同一个文件夹中。支持批量图片的转换，用户使用就方便多了，但是还有一个问题就是用户不能指定转换图片文件的顺序，图片/Flash 助手只能按照默认的顺序来转换，而这个默认顺便一般是按照字母表的顺序来进行的。下面，就一步一步来介绍完整实现图片像素数据处理并下载到 Flash 中的步骤。

首先，将需要转换的图片放在同一个文件夹中，并将各个文件重新命名。命名时事先考虑好在应用软件编程时需要的图片数据存放顺序。并按照这样的顺序来命名：0、1、2……9、A0、A1……A9、B0、B1……B9、C0、C1 等。重新命名后的文件如图 7.10 所示。

下一步，打开软件图片/Flash 助手，按照液晶显示需要的格式设置转换图片的格式，如图 7.11 所示。由于在批量转换图片时，所有图片都不予以伸缩处理，都按照原像素的长宽比予以解析处理。因此，屏幕的高度和宽度不需要设置。MT100G16 液晶控制器支持显示的像素为 16 位的真彩色，因此，选择图片数据格式生成 16 位的真彩色数据，颜色顺序按照 RGB 排列。同时生成包含图像头数据的 bin 文件。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

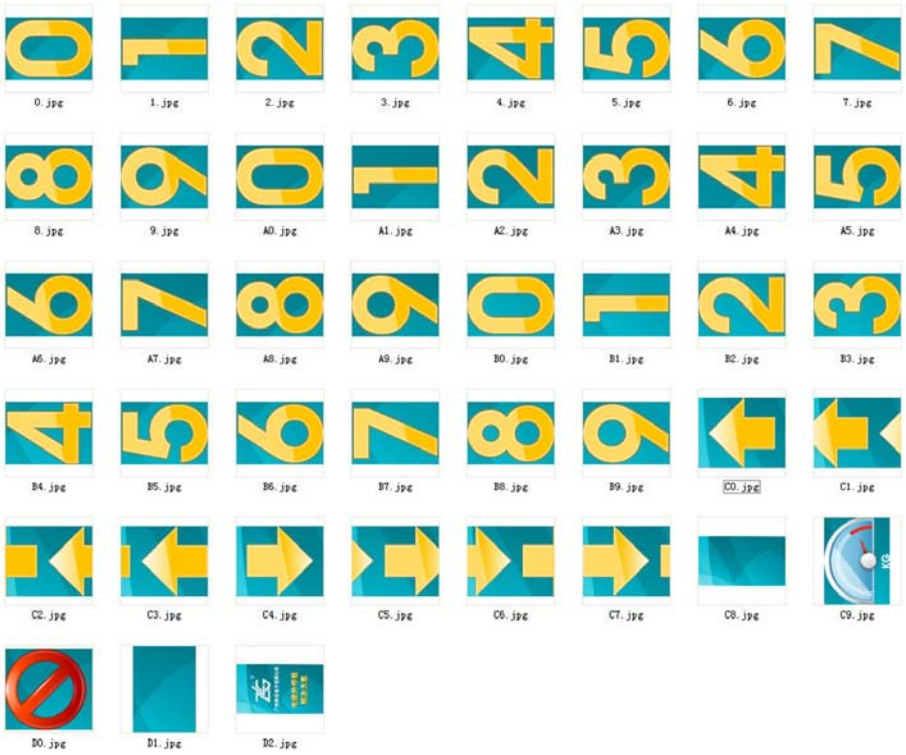


图 7.10　按要求图片文件重命名后

图 7.11　设置图片转换格式

生成图片数据的头定义如程序清单 7.1 所示。在 TFT 电梯外呼板的应用中，液晶显示的程序中主要使用后两项，即图片的宽度和高度。只要知道了图片的宽度和高度，在程序设计时，只要给定图片显示的起始坐标就可以在液晶屏上显示图片了。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

程序清单 7.1　图像数据头格式定义

```
typedef struct
{
    unsigned char scan;                    /* 图片的扫描方式                    */
    unsigned char gray;                    /* 灰度信息，即为何种颜色的数据，*/
                                           /* 例如：单色、16 灰、16 真彩等    */
    unsigned short w;                      /* 图片的宽度，以像素为单位          */
    unsigned short h;                      /* 图片的高度，以像素为单位          */
}HEADCOLOR;
```

图 7.12　向软件中拖入图片文件夹

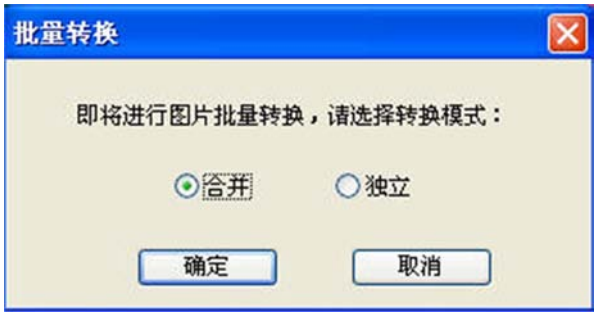


图 7.13　选择生成合并的还是独立的 bin 文件

下一步，将重命名图片文件后的图片文件夹整体拖入软件图片/Flash 助手中，如图 7.12 所示。之后会出现一个对话框，如图 7.13 所示，用于选择转换模式，即是生成合并的 bin 文件还是每张图片都生成独立的 bin 文件。选择后，点击确定，批量图片转换开始，如图 7.14 所示。批量转换完成后，生成一个合并的 bin 文件 batch.bin 和一个用于说明每张图片在 bin 文件中偏移地址的 batch.txt 文件，如图 7.15 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

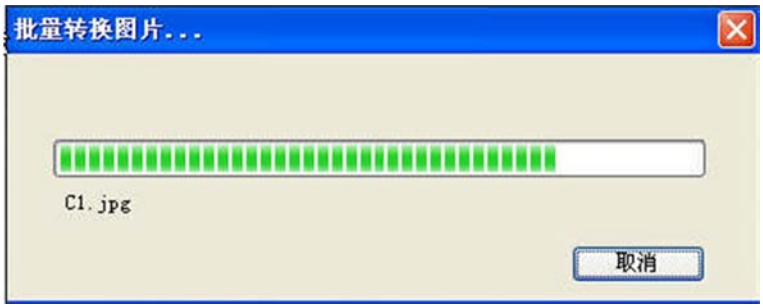


图 7.14　图片转换正在进行中

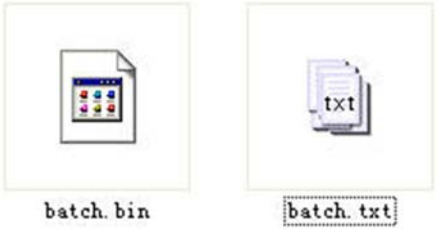


图 7.15　图片转换完成后生成的文件

图 7.16　Flash 下载 bin 文件

下一步，转换完成后，将图片硬件下载器与串行 Flash 的目标板连接，同时与 PC 机通过 Mini USB 连接线连接。在软件图片/Flash 助手中，点击 Flash 操作选项卡进入操作 Flash 的页面，如图 7.16 所示。在 Flash 操作页面首先点击检测芯片按钮，当硬件正常连接并读取到串行 Flash 的 ID 后，界面上会显示出选择的芯片的信息，如图中所示。在编程前，一般先擦除 Flash，这是因为编程 Flash 非空的区域很可能会造成编程错误。擦除完成后，点击选择文件…按钮选择要编程的 bin 文件，同时输入编程地址，这里的编程地址必须为一个十六进制的数，在 TFT 电梯外呼板的应用中，一般为 0x00，设置完成后即可点击 FLASH 编

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

程按钮开始编程了。

最后一步，前面已经提到过，在 TFT 电梯外呼板的应用中，用于表示每个外呼板所在的楼层信息是存放在串行 Flash 中的指定地址处的，并且为了不和其它的数据发生地址发生冲突，一般将其存放在最高地址处。这里选用的串行 Flash 器件是 MX25L1605D，它的容量为 16Mbit /2MByte。在编程楼层信息的时候，楼层地址写入 0x1FFFFF，楼层信息输入外呼板所在的楼层，之后点击写入楼层，即将楼层信息写入了串行 Flash 的指定地址处。

至此，通过软件图片/Flash 助手处理图片并将其写入外部扩展的串行 Flash 的操作完成。下面开发者可以编写微控制器的程序，读取串行 Flash 中存储的图片并用于显示等操作了。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

8. TFT电梯外呼板软件设计

8.1 CAN 通讯 API 函数

CAN 通信程序的设计主要采用中间件（zlg_can.c 和 zlg_can.h）实现，该中间件是基于寄存器级驱动程序之上的又一层封装，它使 can 通信的实现更为简单方便，函数的具体实现可以参考的源代码(在文件 zlg_can.c 中)，具体应用可以参考开发例程。

在程序设计中主要是发送和接收报文的程序设计，当成功发送或接收报文时，处理器都会产生中断，用户开发时可根据实际情况处理中断服务函数。CAN 中断处理函数的流程图如图 8.1 所示。

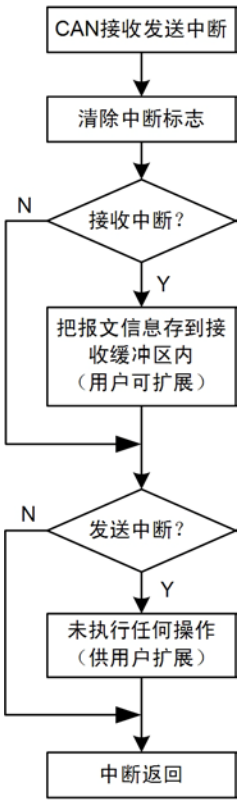


图 8.1 CAN 中断服务程序

在提供的开发例程中，按键操作时，会在中断服务函数中发送报文信息（表示方向信息和楼层地址信息），当接收到一帧报文信息时，会检查报文中的数据内容，并根据内容控制液晶的显示。

与 CAN 通信相关的关键的接口函数有 canNodeCreate ( )、canApplyInit( )、canCirBufRead( )、canCirBufWrite( )、canCirBufSend( )、canFrameSend( )及 canHandler ( )等。下面将详细说明这些函数。

canNodeCreate( )函数用于创建一个软件 CAN 节点，完成节点的登记工作，该函数的详细描述如表 8.1 所示。

表 8.1 canNodeCreate( )函数描述

功能描述	创建软件 CAN 节点

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

续上表

函数原型	void canNodeCreate(CANNODEINFO *ptCanNode, unsigned long ulBaseAddr, unsigned char ulBaudIndex, unsigned long ulDaReObjMsk, unsigned long ulRmReObjMsk, unsigned long ulTxMsgObjNr, CANCIRBUF *ptReCirBuf , void (*pfCanHandlerCallBack)(unsigned long ulMessage, long lParam1, long lParam2), void (*pfIsrHandler)(void));
参数	ptCanNode：指向软件 CAN 节点结构体变量的指针 ulBaseAddr：节点对应的 CAN 模块基址 ulBaudIndex：CAN 通信波特率（数表索引） ulDaReObjMsk：用于“数据帧”接收的报文对象选择掩码，按位选通报文对象 ulRmReObjMsk：用于“远程帧”接收的报文对象选择掩码，按位选通报文对象 ulTxMsgObjNr：用于发送的报文对象编号 ptReCirBuf：指向本节点的接收缓存（循环队列，调用此函数前请确认这个循环队列已经初始化过） void (*pfCanHandlerCallBack)(unsigned long ulMessage, long lParam1, long lParam2): 回调函数 void (*pfIsrHandler)(void): 中断服务函数的函数指针
返回值	无

canApplyInit( )函数可以将软件 CAN 节点的信息配置到实际的 CAN 模块中，并初始化 CAN 控制器及 CAN 模块工作的软件环境（如接收和发送缓冲区），然后启动 CAN 节点，使 CAN 控制器同步于外部 CAN 总线。该函数描述的详细描述如表 8.2 所示。

表 8.2　canApplyInit( )函数描述

功能描述	CAN 应用初始化，将软件节点的信息配置到实际的 CAN 控制器中去
函数原型	INT8U canApplyInit(CANNODEINFO *ptCanNode, unsigned long ulFrameID, unsigned long ulFrameIDMsk, unsigned char ucFramType);
参数	ptCanNode：指向软件 CAN 节点结构体变量的指针 ulFrameID：报文的验收 ID ulFrameIDMsk 报文验收 ID 屏蔽码（对应位为 1 时，表示验收 ID 的对应位参与验收滤波） ucFramType：验收的帧类型，可以取下列值： STD_ID_FILTER　// 过滤接收标准格式的报文 EXT_ID_FILTER　// 过滤接收扩展格式的报文 STD_EXT_FILTER　// 过滤接收标准及扩展格式的报文，使用此类型时 ulFrameID 及 ulFrameIDMsk 的配置为无效，即接收所有格式的报文
调用	CANInit( )　初始化 CAN 控制器 CANBitTimingSet( )　设定节点波特率 CANEnable( )　启动 CAN 节点

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

续上表

	canAcceptFilterSet( ) 用于设置验收滤波参数 canIntEnable( ) 使能 CAN 中断
返回值	无

canCirBufRead( )函数从指定的循环队列中读取报文，若循环队列不空，则更新环形队列的读指针及满标志。在例程中通过循环调用此函数来判断是否收到数据。该函数描述的详细描述如表 8.3 所示。

表 8.3 canCirBufRead( )函数描述

功能描述	从指定的循环队列中读取报文
函数原型	INT8U canCirBufRead(CANCIRBUF *ptCanCirBuf, CANFRAME *ptCanFrame)
参数	ptCanCirBuf： 指向循环队列的指针 ptCanFrame： 数据输出指针,指向报文结构变量的指针
输出	若循环队列不空，则将读取到的一帧报文写入 ptCanFrame 所指向的空间
返回值	EMPTY 循环队列为空，即缓冲区中无可用数据 NOT_EMPTY 循环队列非空，读取数据成功 CAN_ERROR 循环队列错误，操作失败

canCirBufWrite ( )函数用于向指定的循环队列缓冲区写一帧数据，若循环队列不满，则调用此函数后将循环队列的写指针，并判断“缓冲区满”条件，当满足条件时置位满标志。该函数描述的详细描述如表 8.4 所示。

表 8.4 canCirBufWrite( )函数描述

功能描述	向指定的循环队列缓冲区写一帧数据
函数原型	INT8U canCirBufWrite(CANCIRBUF *ptCanCirBuf, CANFRAME *ptCanFrame)
参数	ptCanCirBuf： 指向循环队列的指针 ptCanFrame： 数据输入指针，指向报文结构体变量的指针
调用	canCirBufMalloc( ) 从循环队列申请并初始化一帧报文的存储空间
输出	无
返回值	CAN_OK 写操作成功 CAN_ERROR 写操作失败

canCirBufSend( )函数用于将指定的缓冲区中的有效数据发送至 CAN 总线，直至缓冲区中没有可用数据。canCirBufSend( )函数描述如表 8.5 所示。

表 8.5 canCirBufSend( )函数描述

功能描述	触发指定循环队列中的报文的发送工作
函数原型	INT8U canCirBufSend(CANNODEINFO *ptCanNode, CANCIRBUF *ptCanCirBuf)
参数	ptCanNode： 指向软件 CAN 节点结构体变量的指针 ptCanCirBuf： 指向循环队列的指针
调用	canFrameSend( ) 触发 CAN 控制器发送一帧报文
输出	无
返回值	EMPTY 队列为空，没有可发送数据 NOT_EMPTY 队列不空，已触发数据发送 CAN_ERROR 队列错误，操作失败

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

canFrameSend( )函数可以触发 CAN 控制器将一帧报文（标准帧或扩展帧）发送出去（或进入发送队列），该函数描述的详细描述如表 8.6 所示。需要注意的是，调用 canFrameSend( )函数将会对报文对象进行写操作，如果发送报文对象中的报文尚在发送队列，而此时又调用了函数 canFrameSend( )，那么这将会使得原来的报文（尚未发送成功）被更新，造成上一帧要发送的报文数据丢失。所以，要发送数据时推荐先调用 canCirBufWrite( )函数将要发送的报文填充到发送缓冲区，再调用 canCirBufSend( )函数触发报文的发送。

表 8.6　canFrameSend( )函数描述

功能描述	触发 CAN 控制器将一帧报文发送出去，或进入发送队列
函数原型	void canFrameSend(CANNODEINFO *ptCanNode, CANFRAME *ptCANFrame)
参数	ptCanNode：　指向软件 CAN 节点的指针 ptCANFrame：　指向要发送的报文的缓存首地址的指针
返回值	无

当需要处理某个软件 CAN 节点对应的中断事件时，则可以调用 canHandler( )函数，函数 canHandler( )可以根据中断的相关标志完成数据读取、节点状态记录、数据（发送缓冲区中）发送及中断状态标志清除等工作，该函数描述的详细描述如表 8.7 所示。

表 8.7　canHandler( )函数

函数名称	canHandler
函数原型	void canHandler(CANNODEINFO *ptCanNode)
功能描述	处理中断事件，完成数据读取、节点状态记录、缓冲区数据发送及中断状态标志清除等工作读取到的 CAN 报文保存于 ptCanNode->ptCanReCirBuf 指向的循环队列中
参数	ptCanNode：　指向软件节点的指针
返回值	无

8.2　图型库API函数

图形库函数的设计是程序设计中的一个重要组成部分，是一个能够显示电梯运行方向、楼层以及一些广告、通知信息的人机界面。程序的设计是基于硬件的，本项目中的 TFT 液晶控制器采用 MT100G16 设计。微控制器 LPC11C14 通过 GPIO 模拟 16 位总线与 MT100G16 液晶控制器相连，连接如图 8.2 所示。

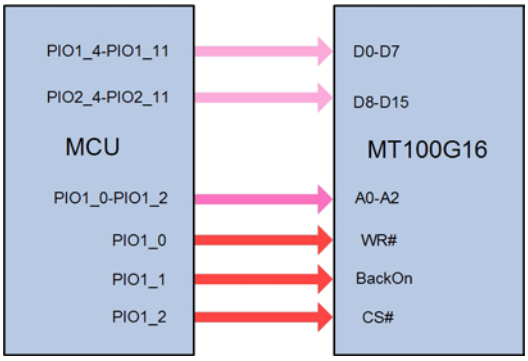


图 8.2　MCU 与 MT100G16 液晶控制器的连线图

为了程序针对不同硬件连接的可移植性，笔者将图形库的程序设计分为两类，液晶驱动函数是微控制器 LPC11C14 与 MT100G16 液晶控制器的直接通信，通过命令与数据设置显示范围，从而填充数据来显示一定的信息。该模快实现的函数有些多，但大多在电梯外呼板的设计中不需要使用，但是它们在需要移植一个 GUI 到该微控制器与液晶的时候确实是很

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

有用，因此，笔者保留了这些函数。电梯外呼板显示函数主要显示一些在设计电梯外呼板时需要显示的信息，比如方向箭头、楼层、超重、暂停使用以及背景等。它是通过调用液晶驱动函数来实现的，同时由于液晶是独占性资源，不允许在多个线程(在前后台系统中可以指线程和中断) 对它同时操作，否则将会造成显示混乱的现象。因此，加入了两个个函数用来保护临界区代码，防止对液晶显示的误操作。液晶驱动函数与电梯外呼板显示函数用户根据需要都可以调用，但是在显示电梯外呼板的特有信息时还是建议调用电梯外呼板显示的函数。

8.2.1 TFT液晶控制器简介

本方案采用的 MT100G16 除了具有一般液晶控制器的功能外，还具有双缓存控制，屏蔽指定颜色的功能。这样不但加快了刷屏速度，而且减小了图片的存储空间。在设计中，通过 TFT 液晶控制器的地址线 A2..A0 来控制操作模式，模式控制如表 8.8 所示。

表 8.8　TFT 液晶控制器控制状态

A2	A1	A0	寄存器名	有效位宽	说明
0	0	0	DATA_REG	16	数据寄存器
0	0	1	ROW_ADDR_REG	9	行起始地址
0	1	0	COL_ADDR_REG	9	列起始地址
0	1	1	ROW_LENTH_REG	9	行长度
1	0	0	COL_LENTH_REG	9	列长度
1	0	1	MODE	3	工作模式寄存器
1	1	0	CTRL	2	控制寄存器
1	1	1	FILTER_COLOR	321	透明色寄存器

注：1、需要连续两次写入 16 位数据

表 8.9　设置缓存与颜色屏蔽模式控制寄存器定义（A2..A0=100b）

位	描述
bit15~bit5	保留
bt4[1]	1：DE 信号高电平有效；0：DE 信号低电平有效
bit3[1]	1：480*272 (默认)分辨率驱动；0：320*240 分辨率驱动
bit2	决定是否使用透明色模式，1：开启透明色模式，0：关闭透明色模式
bit1	1：缓存 1 的用于 TFT 显示，0：缓存 0 的用于 TFT 显示
bit0	1：缓存 1 用于 MCU 写入，0：缓存 0 用于 MCU 写入

注：1、屏幕的选择与 DE 信号决定 TFT 的控制时序，具体见后面的时序图，用户需要选择可以用 DE 模式驱动的 TFT 屏幕，每次操作模式寄存器的其它位时需要保持这两位不变。

当 A2..A0 为 100b 时，工作模式为设置写入与显示的当前缓存，以及是否开启颜色屏蔽的功能。此时，写入的数据各个位的意义说明如注：1、需要连续两次写入 16 位数据

表 8.9 所示。在该模式下，写入的数据只有低三位是有效的。该模式下，写入数据的 bit0 与 bit1 用于缓存的分配，它决定缓存的用途，其详细说明如表 8.10 所示。bit2 的用于是否开启颜色屏蔽功能。如果开启，则在数据写入或拷贝的过程中遇到模式 A2..A0=110 下设置的像素颜色时，就不再拷贝或写入。

表 8.10　缓存分配控制寄存器状态说明

bit1　bit0	作用
0　0	到 TFT 显示的数据将是缓存 0，MCU 写入的数据将存入到缓存 0

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

续上表

0	1	到 TFT 显示的数据将是缓存 0，MCU 写入的数据将存入到缓存 1
1	0	到 TFT 显示的数据将是缓存 1，MCU 写入的数据将存入到缓存 0
1	1	到 TFT 显示的数据将是缓存 1，MCU 写入的数据将存入到缓存 1

缓存拷贝模式的定义如表 8.11 所示，该寄存的低 2 位有效。如果向这个寄存器对应的位发出 1，就使相关的操作进行，如果同时向这 2 位寄存器发出 1，那么执行的操作是从 SRAM 的缓存 1 拷贝到缓存 0（bit0 具有高优先级）。

表 8.11　缓存拷贝控制模式（A2..A0=101）

位	描述
bit15~bit2	保留
bit1[1]	从缓存 0 的设定区域自动拷贝到缓存 1 的对应区域，设定区域是指行起点、列起点、行长度、列长度构成的一个长方形框
bit0[1]	从缓存 1 的设定区域自动拷贝到缓存 0 的对应区域，设定区域是指行起点、列起点、行长度、列长度构成的一个长方形框

注：1、拷贝操作执行后需要等待，等待的时间是依据拷贝点的多少决定的，每个点拷贝需要 6 个时钟周期。例如拷贝 100 × 100 的图片，需要的时钟周期数为 60000 个时钟周期，假如时钟频率为 40M，那么需要的时间为 1.5ms。

TFT 液晶控制器的工作时序如图 8.3 所示。只要需要液晶正常显示，就必须打开背光。只有在不再需要液晶工作，为了降低系统功耗的情况下可以关闭液晶的背光。如果开启了屏蔽颜色的功能，则可以再设置坐标前通过寄存器 Reg6 设置屏蔽颜色的 RGB 值。

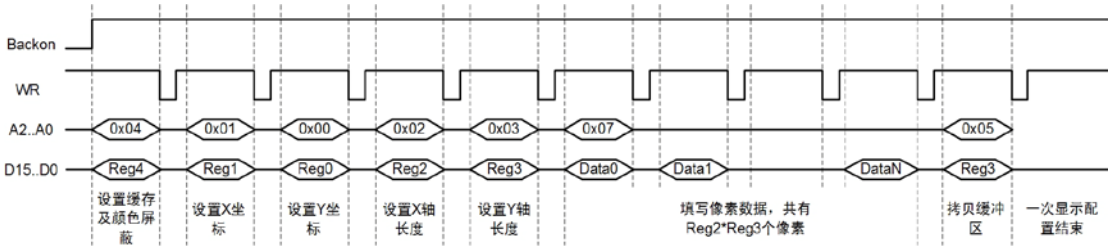


图 8.3　液晶一次显示的工作时序

按照液晶控制器的工作时序，显示一张图片的程序设计流程如图 8.4 所示。流程图中的延时应该保留一定余量，比如 100 个点理论延时 25us，最好延时 26～30us ，余量太多会影响速度，余量太少在进行下一个操作可能会造成数据的覆盖等问题。

颜色屏蔽功能使屏蔽存储器里面存储的颜色值不能写入到 SRAM 中，也包括在相互拷贝的时候如果遇到屏蔽数据寄存器中的颜色也将不予拷贝。颜色屏蔽功能通过模式控制寄存器（地址 4）的 bit2 位来决定是否开启，如果 bit2 为 1 则开启屏蔽功能，为 0 关闭屏蔽功能。如图 8.5 所示，假如要写入中间的 2 颜色而使周围的颜色不覆盖原来的背景色，设定屏蔽寄存器的值为 0xffff，这时候我们写入图片，这时候凡是写入周围 0xffff 的数据将被屏蔽写入到 SRAM 中，这样周围的颜色就不会把原来的背景覆盖掉，写入的颜色值仅仅是字体的部分。注意字体的颜色可以有除了 0xffff 意外其它的颜色，字体中如果有 0xffff 值也将被屏蔽。

注意：屏蔽功能在两个缓存的作用都是一样的，开启屏蔽功能后，无论写入到那个缓存相关的数据都将被屏蔽，在拷贝的时候遇到相关的值也将被屏蔽。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

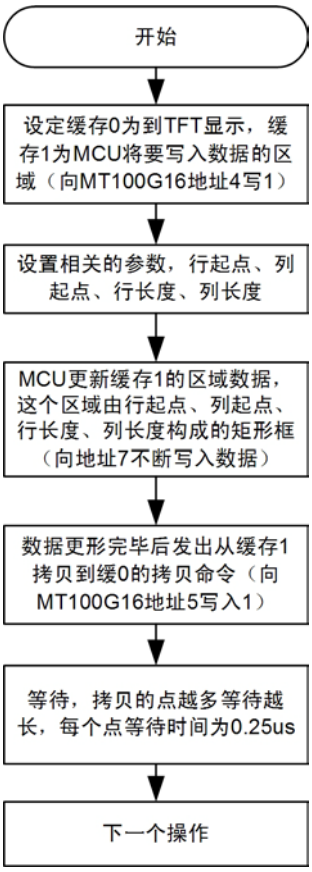


图 8.4　一幅动画的过程

图 8.5　屏蔽颜色示意图

利用以上的屏蔽功能可以减少 Flash 的使用空间，需要一个操作的过程，这时候需要在适当的时候开启和关闭屏蔽功能。如图 8.6 所示，用上述的屏蔽功能写入一个 2 字到原来的背景中，只要设定好屏蔽颜色，写入后就组成了一幅新的图形。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

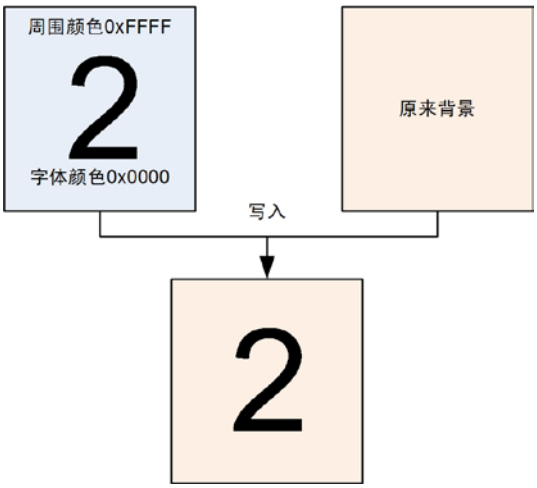


图 8.6　屏蔽功能操作示意图

8.2.2 液晶驱动函数

液晶驱动函数主要包括 tftLcdInit ()、tftlcdImgDraw ()、tftlcdSerialFlashDraw ()等，下面详细介绍这些函数。

tftLcdInit ()函数主要完成液晶显示的初始化，包括初始化与 MT100G16 连接的所有 GPIO 管脚，并打开背光电源，将液晶屏初始化全屏显示白色。该函数的详细描述如表 8.12 所示。

表 8.12　tftLcdInit ()函数

函数名称	tftLcdInit ()
函数原型	void tftLcdInit(void)
功能描述	初始化控制液晶控制器 GPIO 口，同时打开背光，将液晶全屏初始化为白色
参数	无
返回值	无

tftlcdImgDraw ()函数用于在液晶屏的指定位置处显示一张图片。该图片是按照指定的格式存放的，里面包含里了指定图片大小及扫描方式的头信息。需要注意的是该函数的图片数据是以 C 语言数组的方式存放在片内 Flash 里面的。因此，数据大小一定不能超过片内 Flash 的容量。该函数的详细描述如表 8.13 所示。

表 8.13　tftlcdImgDraw ()函数

函数名称	tftlcdImgDraw ()
函数原型	unsigned long tftlcdImgDraw(unsigned char *pucImage, long lLcdXs, long lLcdYs, long lLcdW, long lLcdH, long lImgXs, long lImgYs)
功能描述	从片内数据缓存区加载图片到液晶缓存,操作不包含显示控制
参数	pucImage：　指向图片存储起始地址 lLcdXs, lLcdYs, lLcdXe, lLcdYe：屏幕显存区域坐标 lImgXs, lImgYs：　图片截图区域坐标
返回值	无

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

tftlcdSerialFlashDraw ()函数同样是用于在液晶屏的指定位置处显示一张图片。图片格式与函数 tftlcdImgDraw ()中的指定的相同，但是该函数指向的图片数据是存放在外部扩展的串行 Flash 中的。该函数的详细描述如表 8.14 所示。

表 8.14 tftlcdSerialFlashDraw ()函数

函数名称	tftlcdSerialFlashDraw()
函数原型	unsigned long tftlcdSerialFlashDraw(unsigned long ulFlashAddr, long lLcdXs, long lLcdYs,
	long lLcdW, long lLcdH, long lImgXs, long lImgYs)
功能描述	从串行 Flash 数据区加载图片到液晶缓存,操作不包含显示控制
参数	pucImage： 指向图片存储起始地址 lLcdXs, lLcdYs, lLcdXe, lLcdYe： 屏幕显存区域坐标 lImgXs, lImgYs： 图片截图区域坐标
返回值	无

backgroundImgShow ()函数用于在液晶屏的指定位置显示一张图片，同时覆盖原来背景色。该函数的详细描述如表 8.15 所示。

表 8.15 backgroundImgShow ()函数

函数名称	backgroundImgShow ()
函数原型	void backgroundImgShow(unsigned char *pucImage, long lX, long lY)
功能描述	以背景形式在指定位置显示整张图片
参数	pucImage：图片数据存放起始地址(片内地址) lX, lY： 显示的起始坐标
返回值	无

foregroundImgShow ()函数用于在指定的位置显示一张前景图片，但它将屏蔽指定的颜色。如果要显示一张不带屏蔽的前景图片，那么和显示一张背景图片是没有区别的，这时可以直接调用函数 backgroundImgShow ()即可。该函数的详细描述如表 8.16 所示。

表 8.16 foregroundImgShow ()函数

函数名称	foregroundImgShow ()
函数原型	void foregroundImgShow(unsigned char *pucImage, long lX, long lY)
功能描述	以前景形式在指定位置显示整张图片
参数	pucImage：图片数据存放起始地址(片内地址) lX, lY： 显示的起始坐标
返回值	无

8.2.3 电梯外呼板显示函数

电梯外呼板显示的函数主要有 tftLiftFloorDisplay ()、tftLiftDirWarnDisplay ()两个函数，下面详细介绍这两个函数。

tftLiftFloorDisplay ()用于在液晶屏上的固定位置显示楼层，主要显示在液晶屏的下半屏，位置及大小都是在设计显示图片时决定的，该函数的详细描述如表 8.17 所示。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

表 8.17 tftLiftFloorDisplay ()函数

函数名称	tftLiftFloorDisplay ()
函数原型	void tftLiftFloorDisplay(unsigned short usBackIndex, unsigned char ucFloor)
功能描述	在液晶屏的固定位置显示指定的楼层
参数	usBackIndex：背景索引 ucFloor： 指定显示的楼层，为一个大于或等于 0 而小于 99 的整数
返回值	无

tftLiftDirWarnDisplay ()函数主要用于在液晶屏上显示除楼层外的其它信息，如表示方向的箭头、背景、超重、暂停使用等。该函数的详细描述如表 8.18 所示。

表 8.18 tftLiftDirWarnDisplay ()函数

函数名称	tftLiftDirWarnDisplay ()
函数原型	void tftLiftDirWarnDisplay(unsigned short usBackIndex, unsigned char ucPic)
功能描述	在液晶屏上的固定位置显示除楼层外的其它信息
参数	ucPic： 指定显示的信息，可以取下列值： SFLASH_UP1 // 显示向上的箭头 1 SFLASH_UP2 // 显示向上的箭头 2 SFLASH_UP3 // 显示向上的箭头 3 SFLASH_UP4 // 显示向上的箭头 4 SFLASH_DOWN1 // 显示向下的箭头 1 SFLASH_DOWN2 // 显示向下的箭头 2 SFLASH_DOWN3 // 显示向下的箭头 3 SFLASH_DOWN4 // 显示向下的箭头 4 SFLASH_SUPERKG // 整个屏幕显示超重 SFLASH_STOP // 整个屏幕显示暂停使用
返回值	无

8.3 其它API函数

8.3.1 按键与LED

按键功能是采用中断服务的形式实现的，流程图见图 8.7 中按键中断服务函数。例程中按健操作要实现对 LED1 和 LED2 的控制，并且还要控制发送 CAN 报文信息。以按键 UP 为例，当按键 UP 按下时，产生中断，中断服务函数中执行以下操作：点亮 LED1，显示的楼层数加一，方向箭头信息设置为向上，并控制 CAN 接口发送表示向上的报文信息和当前楼层地址报文信息。用户在设计过程中可根据实际需要设计中断服务程序，即改变 GPIO0Isr ()函数的内容即可。

另外关于 LED 的操作，当 CAN 收到电梯主控板发送的数据时，会根据协议来打开或关闭相应的 LED。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

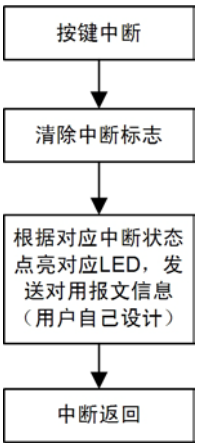


图 8.7　按键中断服务程序

提供的与按键和 LED 指示灯相关的操作 API 函数有：keyLedInit()、keyUpIntFlg ()、keyDownScan()、ledUpOn()、ledUpOff()、ledDownOn()、ledDownOff()等。各个函数的功能和实现方法见以下表格说明。用户在开发时只需使用这些 API 函数即可。

keyLedInit ()函数实现初始化按键和 LED 指示灯控制端口的功能，该函数的详细描述如表 8.19 所示。

表 8.19　keyLedInit ()函数

函数名称	keyLedInit()
函数原型	void keyLedInit (void)
功能描述	按键及按键灯端口功能初始化及使能相应端口中断
参数	无
返回值	无

keyUpIntFlg () 函数用户获取向上按键的状态，从而确定向上键是否按下，通常在按键端口的中断服务函数中调用，该函数的详细描述如表 8.20 所示。

表 8.20　keyUpIntFlg ()函数

函数名称	keyUpIntFlg ()
函数原型	#define keyUpIntFlg()　　((KEY_UP_MIS & KEY_UP_PIN) != 0)
功能描述	获取按键状态值，可以判断向上键是否按下
参数	无
返回值	是否按下，有下列值： 0x00　　//　表示按下 0x01　　//　没有按下

keyDownIntFlg ()与 keyUpIntFlg ()类似。

ledUpOn()函数用于点亮向上按键灯，详细描述如表 8.21 所示

表 8.21　ledUpOn()函数

函数名称	ledUpOn()
函数原型	#define ledUpOn()　　(LED_UP_DATA |= LED_UP_PIN)
功能描述	点亮向上按键灯

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

续上表

参数	无
返回值	无

ledUpOff ()用于熄灭向上按键灯，详细描述如表 8.22 所示。

表 8.22　ledUpOff()函数

函数名称	ledUpOff()
函数原型	#define ledUpOff()　　(LED_UP_DATA &= ~LED_UP_PIN)
功能描述	熄灭向上按键灯
参数	无
返回值	无

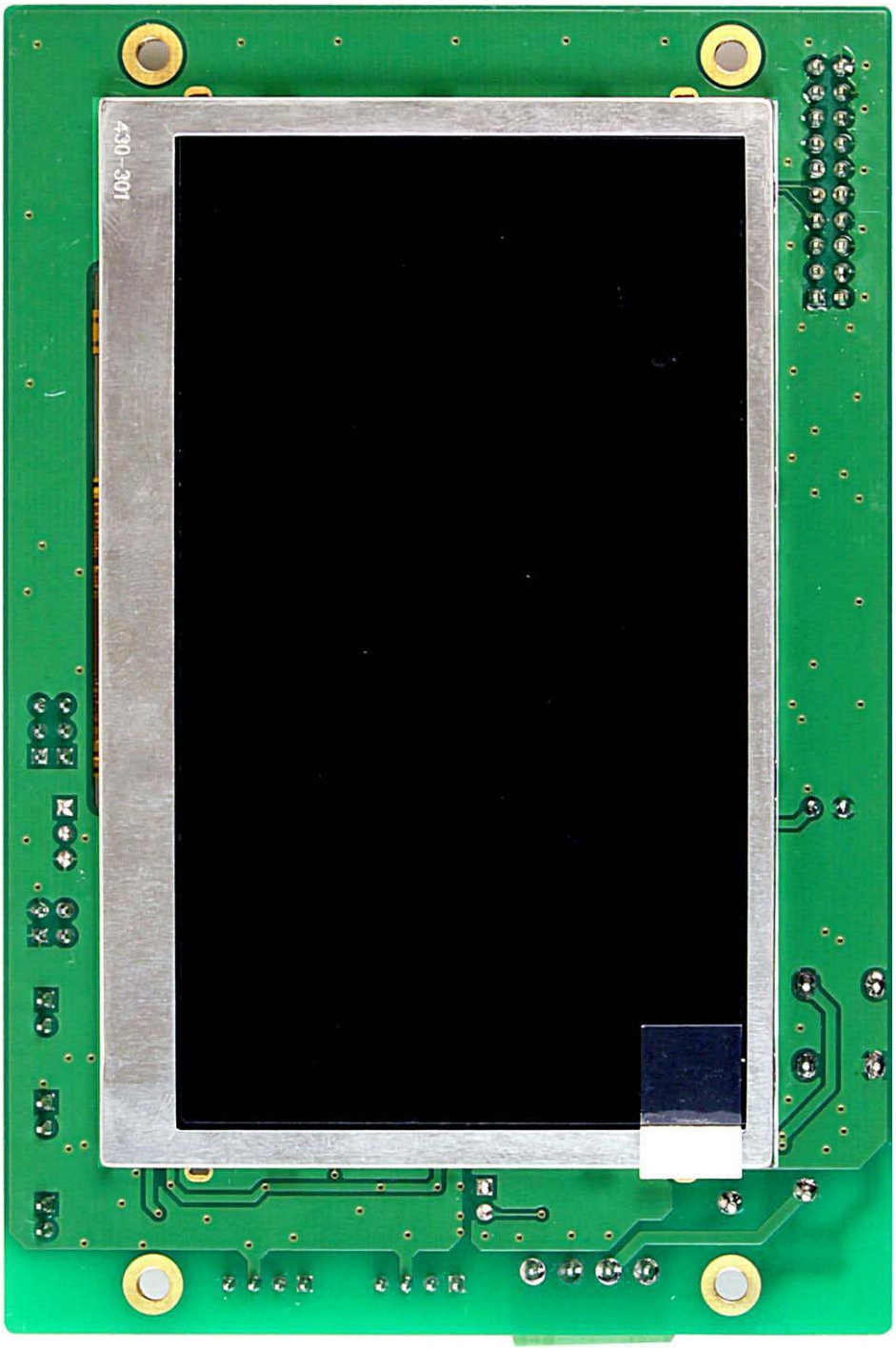
ledDownOn()、ledDownOff()分别与 ledUpOn()、ledUpOff()类似。

©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

附录A TFT 电梯外呼板外观

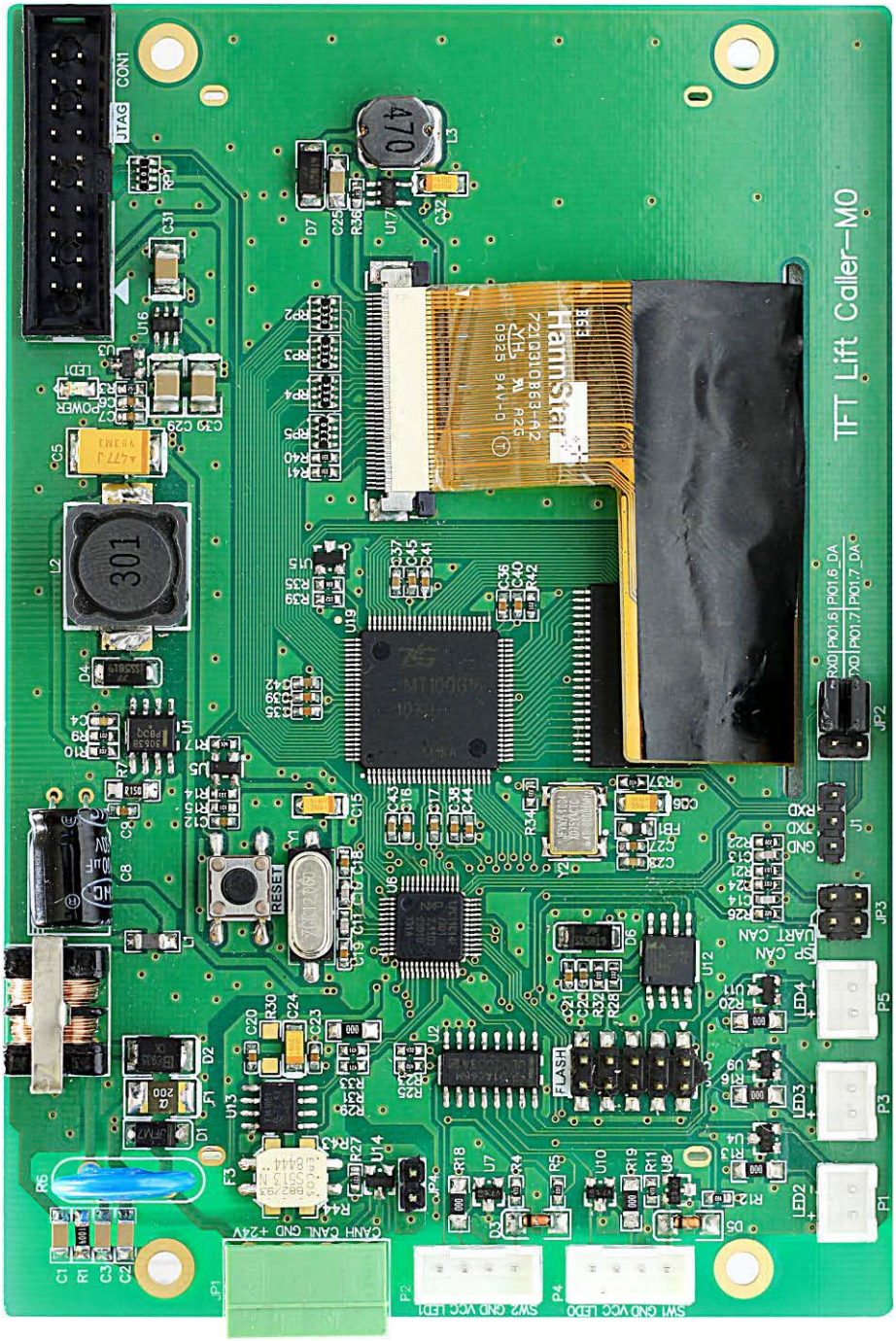
©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

附录B 电路板正面



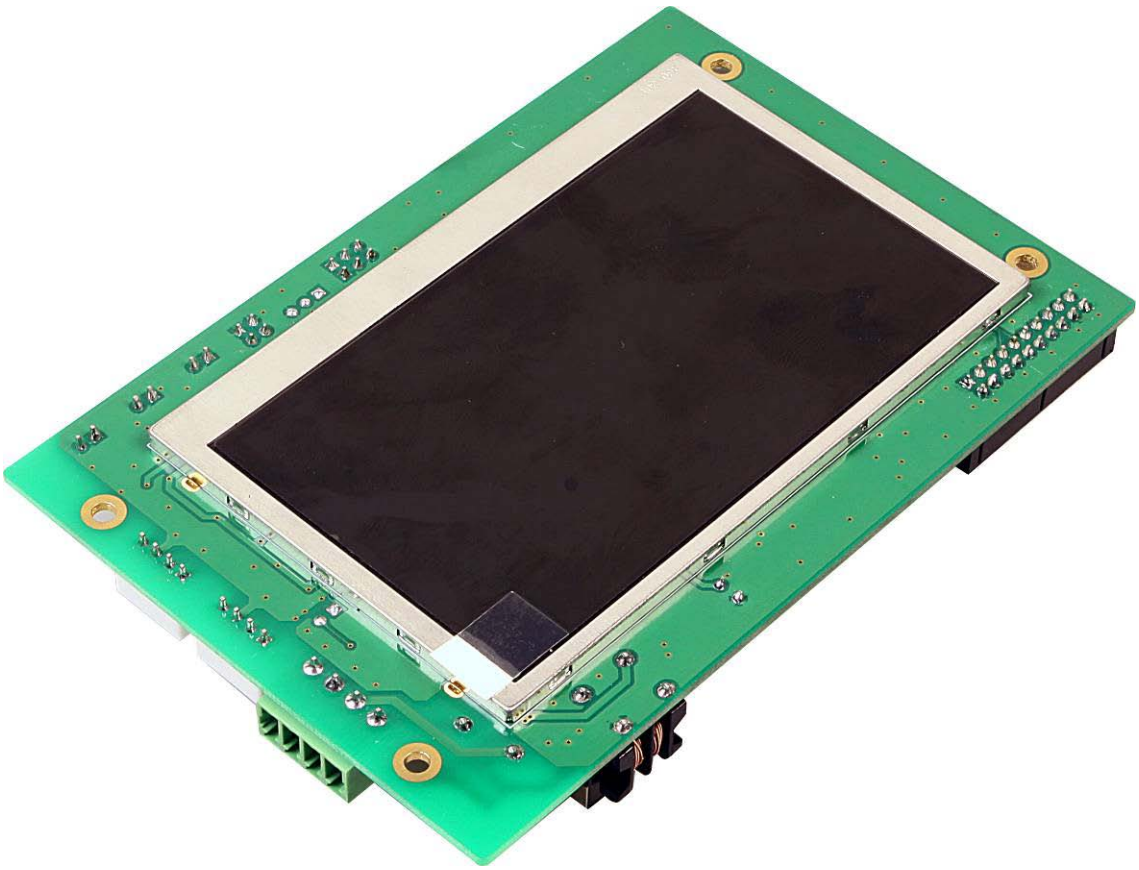
©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

附录C 电路板背面



©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.

附录D 电路板侧面



©2008 Guangzhou ZHIYUAN Electronics CO., LTD.